VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA FINANCÍ

Vícekriteriální výběr produktu stavebního spoření

Multi-criteria Selection of Building Savings Product

Student: Šárka Smolanová

Vedoucí bakalářské práce: prof. Dr. Ing. Zdeněk Zmeškal

Ostrava 2013

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Ekonomická fakulta
Katedra financí

Zadání bakalářské práce

Student: **Šárka Smolanová**

Studijní program: B6202 Hospodářská politika a správa

Studijní obor: 6202R010 Finance

Specializace: 00 Finance

Téma: Vícekriteriální výběr produktu stavebního spoření
Multi-criteria Selection of Building Savings Product

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Charakteristika produktů stavebního spoření
3. Popis metod vícekriteriálního rozhodování
4. Vícekriteriální výběr produktu stavebního spoření
5. Závěr

Seznam použité literatury
Seznam zkratek
Prohlášení o využití výsledků bakalářské práce
Seznam příloh
Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

BREALEY, Richard a Steward C. MYERS. *Principles of corporate finance.* 7th ed. New York: McGraw-Hill, 2003. 1120 p. ISBN 978-0071151450.
FIALA, P., J. JABLONSKÝ a M. MAŇAS. *Vícekriteriální rozhodování.* 2. vyd. Praha: VŠE, 1997. 316 s. ISBN 80-7079-748-7.
LUKÁŠ, Vojtěch a Petr KIELAR. *Stavební spoření a stavební spořitelny.* 1. vyd. Praha: Ekopress, 2007. 84 s. ISBN 978-80-86929-30-9.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Dr. Ing. Zdeněk Zmeškal**

Datum zadání: 23.11.2012
Datum odevzdání: 10.05.2013

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ-TECHNICKÁ UNIVERZITA Ekonomická fakulta 1 OSTRAVA

Ing. Iveta Ratmanová, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. Dr. Ing. Dana Dluhošová
děkanka fakulty

„Prohlašuji, že jsem celou práci, včetně všech příloh, vypracovala samostatně".

V Ostravě dne 10.5.2013

Podpis studenta...Smolancová.....

Poděkování

Chci poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce prof. Dr. Ing. Zdeňkovi Zmeškalovi, za odbornou pomoc, obětavou spolupráci, vstřícný přístup a čas, který mi při zpracování této bakalářské práce věnoval.

OBSAH

1 ÚVOD

Životní úroveň lidí bývá obvykle posuzována podle kvality domu, bytu a prostředí, ve kterém žijí. Pro většinu lidí bývá obydlí základní lidskou potřebou, avšak dostupnost bydlení nebývá pro každého stejná a jednoduchá. Žijeme ve světě, kde sociální rozdíly jsou mnohdy až nepředstavitelné. Existuje totiž mnoho lidí, kteří si ze svých vlastních zdrojů nejsou schopni zajistit důstojné bydlení. V takových případech lidé obvykle přistupují k využití úvěru ze stavebního spoření, nebo k překlenovacímu úvěru. Lidé si však stále častěji kladou otázku, zda je výhodnější si pořídit vlastní dům či byt na úvěr, anebo raději volit nájemní bydlení. Na tuto otázku neexistuje žádná univerzální odpověď, je to na každém, jak se nakonec rozhodne. Výhodou u vlastního bydlení je fakt, že sice splácíme úvěr, zadlužíme se, ale po určité době, kdy splatíme celý úvěr, už nemusíme vynakládat žádné pravidelné finanční prostředky na bydlení (kromě daně z nemovitosti a případných oprav) a nemovitost je tedy naše. Zatímco u nájemního bydlení člověk po celou dobu bydlení, která je často až celoživotní, vynakládá pravidelné finanční prostředky na nájemné, tedy je dlouhodobě splácená dohodnutá částka. Výhodou ale je, že je člověk mobilní, neboť se může kdykoliv přestěhovat.

Stavební spoření lze však také využít i pro investici do budoucna, tedy spořit si na budoucí vlastní bydlení. Takovéto spoření se často uzavírá pro děti, nebo si je uzavírají studenti, kteří se chtějí po studiích osamostatnit.

Cílem práce je výběr stavebního spoření pro studentku ve věku jednadvaceti let pomocí metod vícekriteriálního hodnocení variant.

Práce je tvořena třemi částmi. První část je věnována charakteristice produktů stavebního spoření. Stručně je popsána historie a také vznik a vývoj stavebního spoření na území České republiky, jsou zde uvedeny stavební spořitelny působící na našem území a samozřejmostí je charakteristika samotného produktu stavebního spoření, tedy popis jeho jednotlivých fází.

Druhá část je věnována popisu metod vícekriteriálního rozhodování, tedy klasifikací úloh vícekriteriálního rozhodování, dále základním pojmům vícekriteriálního hodnocení a hlavně vysvětlení principu tvorby metod stanovení vah kritérií a tvorby metod stanovení variant.

Ve třetí části jsou aplikovány teoretické poznatky na konkrétním příkladu. Vícekriteriálně je posuzován výběr studentky, která si vybírá z deseti produktů od všech stavebních spořitelen působících na našem území podle pěti zadaných kritérií konkrétní nejvhodnější produkt.

Pro výpočet vah kritérií jsou použity čtyři metody, a to metoda pořadí, metoda bodovací, metoda párového srovnání (tzv. Fullerova metoda) a metoda kvantitativního párového srovnání (tzv. Saatyho metoda).

Pro výpočet pořadí variant jsou použity tři metody, a to metoda váženého součtu (tzv. WSA), metoda TOPSIS a metoda AHP. U všech metod jsou pro výpočet použity váhy stanovené Saatyho metodou.

Pro konečné pořadí variant je použita metoda WSA, přičemž kritérii jsou jednotlivé metody a hodnoty variant odpovídají výsledným hodnotám variant dle jednotlivých metod. Váhy těchto kritérií jsou vypočítány pomocí Saatyho metody.

2 CHARAKTERISTIKA PRODUKTŮ STAVEBNÍHO SPOŘENÍ

2.1 Historie

Stavební spoření je bankovní produkt, který zůstává i přes své velké změny za poslední čtyři roky stále velmi oblíbeným finančním produktem střednědobých investic a na současném trhu patří mezi nejméně rizikové produkty. [11]

Jeho historie sahá až do roku 1775, do Birminghamu v Anglii, kdy byly založeny první instituce, které připomínaly dnešní stavební spořitelny. Avšak tyto instituce vznikaly jen pro určitý okruh střadatelů a po splnění účelu vzniku opět zanikly. V 19. století začaly vznikat podobné instituce i v Austrálii, Jižní Africe, Brazílii, USA, Kadaně a na Novém Zélandu. Největší rozmach vzniku stavebních spořitelen byl v Německu, kdy ve vesnici Wüstenrot, nedaleko Stuttgartu, založil Georg Krapp první spolek, který fungoval na principu dnešního stavebního spoření. Spolek měl pět členů, kteří si chtěli postavit chalupy, jenomže každý z nich by na ni šetřil pět let a tak se dohodli, že uspořené peníze budou vkládat dohromady a každý rok vylosují jednoho, který si za ušetřené peníze chalupu postaví. Tento princip se jim zalíbil, neboť až na jednoho člena ušetřili čas. Po splnění své funkce spolek zanikl, ale za nedlouho, tedy od roku 1925, začaly banky poskytovat první formy stavebního spoření, kdy si lidé mohli vybrat tu nejlepší variantu, avšak nepracovaly na principu losování, ale na bankovním principu. Ten spočíval v tom, že klienti si museli polovinu sumy našetřit sami a druhou polovinu jim banka poskytla v podobě úvěru. Jde tedy o počátek nynějšího úvěru ze stavebního spoření, který mnoho lidí využívá na financování bytových potřeb. [1, 2, 8]

Vzhledem k tomu, že stavební spoření se ukázalo jako účinný nástroj pro zlepšení bytové situace širokých vrstev obyvatel, začal tento bankovní produkt podporovat i stát. [3]

2.2 Vznik a vývoj stavebního spoření v ČR

V České republice byl v roce 1993 přijat zákon o stavebním spoření a státní podpoře stavebního spoření. V následujících dvou letech bylo založeno celkem šest stavebních spořitelen. Lidé zpočátku tento produkt používali převážně jako výhodné uložení finančních prostředků, avšak zanedlouho pochopili podstatu tohoto produktu a začali jej používat na zlepšení bytové situace. [1]

Z časového hlediska se nejvíce smluv o stavebním spoření uzavíralo do roku 2003, poté nastal pokles a to převážně v posledních letech díky legislativním změnám. V roce 2010 se v důsledku úsporných balíčků vlády státní příspěvek, který činil 3000 Kč, danil 50% sazbou daně z příjmů, tedy klienti dostali max. příspěvek 1500 Kč. V roce 2011 se příspěvek zvýšil na max. hodnotu 2000 Kč, avšak stát přispíval místo 15% jen 10% z naspořené částky ročně. V roce 2012 se změny týkaly toho, že stavební spořitelny jsou povinny svým zákazníkům strhávat 15% z připsaných úroků formou srážkové daně, jelikož je zrušeno osvobození úroků od daně z příjmů. V současnosti poslanci projednávají další novelu zákona, která by měla přinést následující změny:

- od roku 2014 bude zavedena povinnost pro všechny klienty stavebního spoření prokázat využití státní podpory pro bytové potřeby,
- bude rozšířena možnost účelového použití úspor o převod na doplňkové penzijní spoření (do budoucna se počítá také s financováním studijních nákladů),
- od roku 2015 je navrženo rozšíření stavebního spoření i do běžných bank, a tím se zásadně modifikuje osvědčené stavební spoření na běžný spořící produkt.

Z tabulky 2.1 je vidět, že počet úvěrů se zvyšoval do roku 2010, kde dosáhl svého maxima (993 357 ks, tedy 293,362 mld. Kč) a od roku 2011 dochází k poklesu. [12, 17, 18]

Tab. 2.1 Vývoj stavebního spoření v ČR (data k 31. 12. 2012)

	2003	2004	2007	2009	2010	2011	2012
Nově uzavřené smlouvy	2097338	314650	579730	575292	532765	410461	433093
Přírůstek (%)	62,1	-85,0	12,3	-18,5	-7,4	-23,0	5,5
Úvěry celkem (počet)	685740	786483	942944	988353	993357	956659	894358
Přírůstek (%)	20,5	14,7	4,7	1,8	0,5	-3,7	-6,5
Úvěry celkem (mld. Kč)	63,597	84,184	179,301	267,512	293,362	293,115	282,217
Přírůstek (%)	37,3	32,4	32,4	17,6	9,7	-0,1	-3,7

Zdroj: [17] – vlastní úprava

V současnosti je využívání stavebního spoření pouze za účelem spoření již na ústupu, jelikož existuje mnoho jiných, nových produktů, které jsou efektivnější, avšak je nadále výhodné využívat možnosti řešení bytové situace prostřednictvím úvěru ze stavebního spoření (respektive překlenovacího úvěru). Této možnosti stále využívá mnoho klientů.

2.3 Stavební spořitelny v ČR

V české republice činnost stavebních spořitelen povoluje Česká národní banka. K dnešnímu datu u nás existuje pět stavebních spořitelen, které spadají pod Asociaci stavebních spořitelen.

Asociace stavebních spořitelen

Již od svého založení (v roce 2000) tato asociace sdružovala šest stavebních spořitelen, které působily na českém trhu. V listopadu roku 2008 došlo ke spojení Raiffeisen stavební spořitelny a. s. a Hypo stavební spořitelny a. s., přičemž došlo k zániku Hypo stavební spořitelny a. s. Asociace stavebních spořitelen tak má nyní jen pět členů, kterými jsou:

- Českomoravská stavební spořitelna, a. s.,
- Stavební spořitelna České spořitelny, a. s.,
- Modrá pyramida stavební spořitelna, a. s.,
- Raiffeisen stavební spořitelna, a. s.,
- Wüstenrot – stavební spořitelna, a. s.

Všechny tyto stavební spořitelny jsou také nejen členy České bankovní asociace, která sdružuje finanční instituce působící na finančním trhu, ale i členy Evropského sdružení stavebních spořitelen. [18]

Českomoravská stavební spořitelna, a. s.

Tato stavební spořitelna byla založena 26. června roku 1993 (obchodní činnost zahájila 8. září roku 1993) a spadá pod banku ČSOB. V rámci stavebního spoření nabízí širokou škálu produktů, a to od stavebního spoření a financování bydlení až po potřeby domácností. Pro své klienty, současné i budoucí, nabízí kvalifikované poradenství a komplexní servis pomocí mnoha profesionálních finančních poradců ČMSS na území celé České republiky. Při své činnosti týkající se nejen zabezpečení bydlení, ale i například penze, používají pro klienty jednodušší, snadno zapamatovatelný název „Liška“. [19]

Stavební spořitelna České spořitelny, a. s.

Tato stavební spořitelna zahájila svou obchodní činnost 22. června roku 1994. Od svého zahájení byla vybudována v renomovanou společnost, která nyní patří mezi nejúspěšnější na trhu. Jelikož tato stavební spořitelna spadá do jednoho z kapitálově nejsilnějších seskupení na tuzemském trhu, tedy do Finanční skupiny České spořitelny, představuje tak silnou, flexibilní a finančně zdravou banku, která garantuje svým klientům nejen spolehlivost a jistotu, ale i důvěryhodnost. Své služby poskytuje více než pěti milionům klientů a v roce 2000 se stala členem nejsilnější středoevropské finanční skupiny Erste Bank. Pro poskytování svých produktů používají typický název „Buřinka“, který si klienti hned spojí se Stavební spořitelnou České spořitelny, a. s.. [20]

Modrá pyramida stavební spořitelna, a. s.

Tato stavební spořitelna byla založena 9. prosince roku 1993 pod názvem Všeobecná stavební spořitelna Komerční banky, a. s. a roku 2005 došlo k přejmenování na název Modrá pyramida stavební spořitelna, a. s., který se používá i dnes. Modrá pyramida je moderní dynamická společnost a zaměřuje se především na poskytování finančního poradenství, které je stavěno na dlouhodobém vztahu mezi klientem a finančním poradcem. Poskytuje nejen stavební spoření či úvěry na bydlení, ale v současné době i řadu pojišťovacích produktů. Také se pomocí nových konceptů snaží pro klienty přinášet výhodné řešení. Pro své klienty zajišťuje servis na profesionální úrovni pomocí finančních poradců na území celé České republiky. [21]

Raiffeisen stavební spořitelna, a. s.

Tato stavební spořitelna zahájila svou činnost 7. září roku 1993. Stala se tak první stavební spořitelnou na území České republiky. V roce 2008 se spojila s Hypo stavební spořitelnou, a. s. a stala se jejím univerzálním právním nástupcem. Pro své klienty zajišťuje nejen stavební spoření či úvěry na bydlení, ale v současné době i komplexní finanční poradenství, které se zakládá na vyvážené rozmanité škále finančních produktů. Raiffeisen věnuje velký důraz na rozvoj znalostí a dovedností svých finančních poradců, ale také se snaží o inovaci a rozšíření nabízených produktů. [22]

Wüstenrot – stavební spořitelna, a. s.

Tato společnost zahájila svou činnost 11. listopadu roku 1993, tedy v roce, kdy byl přijat zákon o stavebním spoření. Od roku 2003 nabízí Wüstenrot i další formu financování bydlení, a tím jsou hypotéky. V dnešní době finanční skupinu Wüstenrot tvoří čtyři společnosti a klient má svého osobního finančního poradce, který mu umožňuje prolínat produkty ze všech společností. [23]

2.4 Charakteristika stavebního spoření

Zákon č. 96/1993 Sb. o stavebním spoření a státní podpoře stavebního spoření, definuje tento bankovní produkt jako účelové spoření spočívající v přijímání vkladů od účastníků stavebního spoření, v poskytování příspěvků fyzickým osobám („státní podpora“) účastníkům stavebního spoření a v poskytování úvěrů účastníkům stavebního spoření. Je to tedy systém ukládání finančních prostředků, na jehož výnosech se přímo podílí stát. [24]

Tento zákon a celý systém fungování stavebního spoření v České republice je založen na základním modelu, který je převzat od sousedních zemí, tedy od Rakouska a Německa.

Produkt stavební spoření původně vznikl za účelem získání potřebných finančních prostředků pro financování bydlení. I přes velký vývoj a změny na finančním trhu služeb se základní myšlenka tohoto produktu nezměnila, neboť největší investicí, která u většiny lidí stále přetrvává, je právě investice do bydlení. Stavební spoření je tedy produktem pro nejširší skupinu možných klientů. Důležitým faktorem pro výhodu tohoto produktu je státní podpora ve formě příspěvků od státu, na který má nárok každý klient po splnění určitých, předem daných podmínek.

Lidé získávají finanční prostředky pro financování bydlení především z úvěru ze stavebního spoření (nebo z překlenovacího úvěru), tedy získávají prostředky, které si sami naspořili a navíc prostředky od stavební spořitelny.

Standardní průběh stavebního spoření má dvě fáze, a to fázi spořící a fázi úvěrovou. Během spořící fáze si účastníci spoření vkládají své finanční prostředky, které jsou následně zhodnoceny. Ve fázi úvěrové získává klient úvěr ze stavebního spoření po splnění určitých podmínek.

Existuje však také možnost získání úvěru ihned s uzavřením smlouvy o stavebním spoření, a to v případě, kdy klient nemá uzavřeno stavební spoření, ale chce úvěr. Nezískává však ihned úvěr ze stavebního spoření, ale tzv. překlenovací úvěr. [1, 3]

2.4.1 Fáze spoření

Fáze spoření, a tedy vznik celého smluvního vztahu, začíná uzavřením smlouvy o stavebním spoření. Důležitou položkou v této smlouvě je stanovení cílové částky. Dále je zde sjednána úroková sazba, která úročí úspory klienta, a úroková sazba úvěru, který mu bude v případě žádosti poskytnut. Obě tyto sazby představují sjednané procento z daného základu, tedy z výše úspory či z výše úvěru. Zákon udává, že tyto sazby jsou pevné a jejich rozdíl nesmí překročit tři procentní body. Překročit se může v případě, kdy klient po šesti letech spoření získá nárok na přidělení cílové částky, avšak toto přidělení nepřijme, a proto mu banka může úrokovou sazbu z vkladů změnit.

Dále je zde sjednána výše měsíčních úložek a je zde taky uvedeno prohlášení, zda klient žádá o státní podporu.

Další podmínky a varianty stavebního spoření (tzv. tarify, které se liší především výší úrokových sazeb a rychlostí získání úvěru) najdeme ve všeobecných obchodních podmínkách konkrétní stavební spořitelny.

V průběhu fáze spoření klient buďto měsíčně vkládá sjednanou částku, nebo každoročně ukládá dvanáctinásobek měsíčního vkladu, případně vkládá prostředky nad sjednanou hodnotu. Omezení je pouze v tom, že naspořená částka nesmí překročit cílovou částku.

Ukládání vyšších částek a tedy rychlejší spoření je výhodnější především pro klienty, kteří chtějí získat úvěr ze stavebního spoření, jelikož tak splní rychleji podmínky pro přidělení cílové částky.

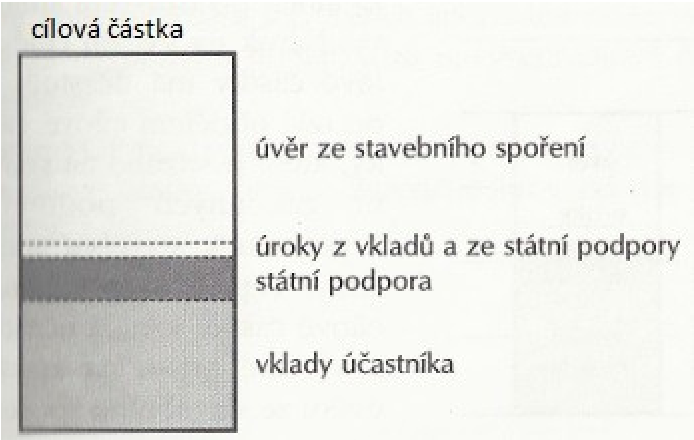
Stavební spořitelna vklady klienta úročí sazbou sjednanou ve smlouvě, a pokud klient žádal o státní podporu, je mu přidělována ve formě záloh a po splnění všech podmínek k získání podpory je mu vyplácena na konci fáze spoření.

Fáze spoření končí vypovězením smlouvy či přidělením cílové částky. Důležitým faktorem je délka fáze spoření. Pokud byla delší nebo rovna tzv. vázací lhůtě (dle zákona šest let), klient má nárok na státní podporu, pokud však klient vypoví smlouvu před šestým rokem spoření a ani nečerpá úvěr, spořitelna vrátí zpět Ministerstvu financí státní podporu, kterou měl klient na účtě ve formě záloh. [1, 4]

2.4.2 Přidělení cílové částky

Přidělením cílové částky se ukončí fáze spořící a začíná fáze úvěrová. Cílová částka se skládá ze dvou částí. Z části naspořené klientem, což je suma naspořených vkladů, včetně úroků z naspořených vkladů, státních podpor, úroků ze státních podpor a z části získané úvěrem. Schéma tohoto složení se nachází v obrázku níže. Klient zpravidla dostane naspořenou částku ihned a zbývající část dle úvěrové smlouvy. [1, 2]

Obr. 2.1 Složení cílové částky



Zdroj: [3]

Zákon stanovuje podmínky, které jsou zapotřebí splnit pro přidělení cílové částky. Jedná se o tyto podmínky:

- dodržet minimální dobu spoření,
- naspořit minimální částku potřebnou pro přidělení, a
- dosáhnout stanoveného hodnotícího čísla.

První podmínku stanovuje zákon č. 96/1993 Sb., v němž je v § 5, odst. 4 uvedena minimální doba spoření dva roky. Druhou podmínku si stanovuje spořitelna, přičemž výše částky se obvykle pohybuje okolo 40% z cílové částky, tudíž klient získá úvěr ve výši 60% z cílové částky. Poslední podmínku si stanovuje také spořitelna, ale každá spořitelna má pro sestavení způsobu výpočtu hodnotícího čísla jinou metodu a jiné pojmenování, např. ohodnocovací číslo, parametr ohodnocení, apod. Hodnotící číslo je tedy parametr, který ohodnocuje intenzitu a délku spoření.

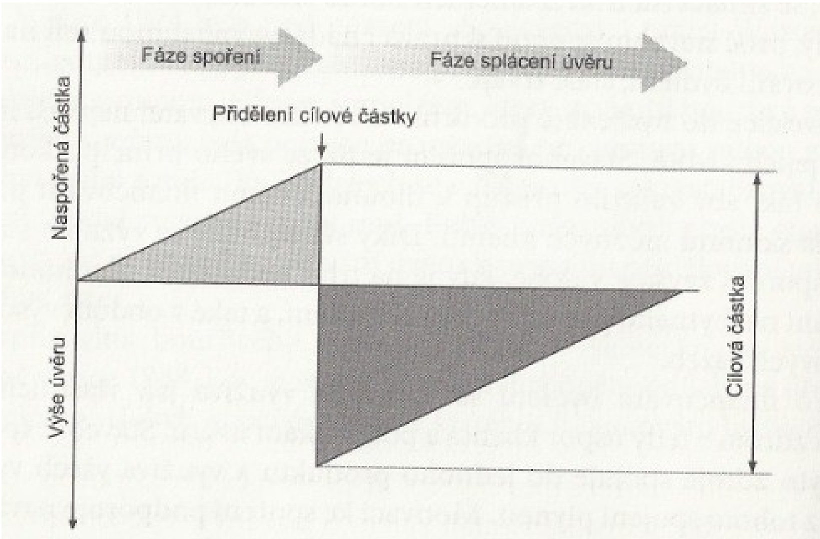
Všechny tyto podmínky slouží k řízení stability spořitelen. Splněním těchto podmínek získává klient možnost přidělení cílové částky. K uskutečnění ovšem musí dát souhlas. Klient tedy může i nesouhlasit, spořit dále a s přidělením souhlasit až v okamžiku, kdy uzná za vhodné, či naopak smlouvu o spoření ukončit. [1]

2.4.3 Fáze úvěrová

Začíná přidělením cílové částky a klient čerpá úvěr až do hodnoty, která se rovná rozdílu mezi cílovou a naspořenou částkou. Úvěr je úročen pevnou úrokovou sazbou, která je sjednána ve smlouvě o stavebním spoření.

Měsíční splátku klient již zná dopředu, jelikož byla sjednána ve smlouvě, naopak doba spoření není předem známa. Ta se odvíjí od toho, kolik má klient naspořeno, tudíž v jaké procentní výši bude úvěr přidělen. V některých případech, pokud má klient nižší výši úvěru než se předpokládalo (naspořil např. více než 40%, které požadovala spořitelna), může spořitelna upravit výši měsíčních splátek tak, aby standardní doba splácení úvěru byla zachována.

Obr. 2.2 Schéma fáze úvěrové



Zdroj: [1]

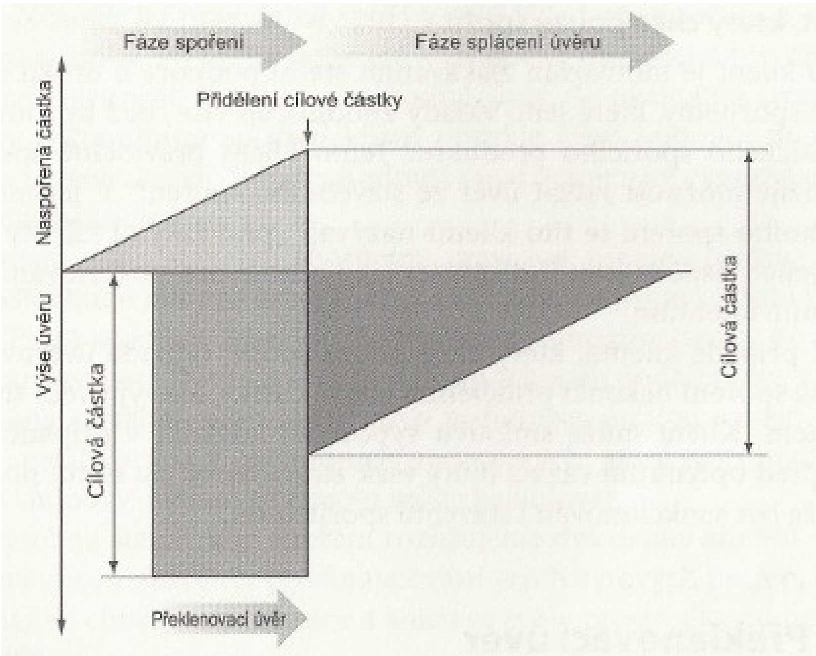
Tento typ úvěru je účelový, tedy smí se použít jen na bytové potřeby, které jsou v zákoně konkretizovány. Takovéto použití musí klient následně prokázat. [1]

2.4.4 Překlenovací úvěr

Pokud klient nesplní podmínky k získání úvěru ze stavebního spoření, má možnost získat peněžní prostředky pomocí překlenovacího úvěru, tzv. meziúvěru. Je to speciální úvěr spořitelny, který slouží k překlenutí období do přidělení cílové částky. Je obvykle poskytován ve výši cílové částky (může se jednat i o nižší hodnotu, ovšem nikoliv vyšší). Klientovi je poskytována stejná výše peněžních zdrojů, jakou by měl k dispozici po přidělení cílové částky, ovšem bez ohledu na splnění podmínek, tedy zdroje získává již ve fázi spoření.

Délka překlenovacího úvěru se pohybuje od několika dní až po celou dobu spoření. Tento úvěr tedy získávají klienti, kteří potřebují finanční prostředky dříve, než splní podmínky pro přidělení cílové částky, ale také klienti, kteří ještě nemají uzavřenou smlouvu o stavebním spoření a tedy smlouvu uzavírají a získávají překlenovací úvěr současně.

Obr. 2.3 Schéma překlenovacího úvěru



Zdroj: [1]

Tento úvěr je velmi specifický, jelikož v jeho průběhu se splácí jen úroky a po skončení, tedy v okamžiku přidělení cílové částky, je tato celá částka (naspořená částka i úvěr ze stavebního spoření) použita na jednorázové splacení překlenovacího úvěru.

Klient tedy po dobu překlenovacího úvěru dále spoří na svůj účet a může jednorázově vložit celou hodnotu minimálního naspoření (obvykle 40% cílové částky) nebo platit vyšší měsíční částky, aby co nejdříve získal přidělení. [1, 3]

3 POPIS METOD VÍCEKRITERIÁLNÍHO ROZHODOVÁNÍ

S vícekriteriálním rozhodováním je možné se setkat běžně v každodenním životě, kdy optimální rozhodnutí musí vyhovovat několika kritériím. Tato kritéria mohou mít kvantitativní i kvalitativní charakter, např. při koupi automobilu je rozhodující jak jeho cena, tak i vzhled. Mohou být maximalizační i minimalizační (požadujeme, aby zakoupený automobil dosahoval co největší rychlosti a byl co nejlevnější) a mohou být i navzájem konfliktní - nízká cena výrobku je zpravidla spojena s jeho horší kvalitou. [13]

3.1 Klasifikace úloh vícekriteriálního rozhodování

Úlohami vícekriteriálního rozhodování neboli multikriteriálního rozhodování – tento pojem pochází z anglického jazyka, jsou ty rozhodovací úlohy, ve kterých se důsledky rozhodnutí posuzují podle více kritérií. [5]

Tyto úlohy jsou klasifikovány podle způsobu zadání množiny variant, které připadají v úvahu pro optimální rozhodnutí, jedná se tedy o tzv. přípustné varianty. Má-li tato množina konečný seznam variant, nazývá se vícekriteriální hodnocení variant. Pokud je množina přípustných variant zadána podmínkami, které musí být při výběru optimální varianty splněny, jedná se o úlohy vícekriteriálního programování (též vícekriteriální nebo vektorové optimalizace). V takovýchto úlohách jsou varianty rozhodnutí *n*-tice nezáporných čísel, které vyhovují daným omezujícím podmínkám a kterých může být nekonečně mnoho. Kritéria pro výběr nejlepší varianty jsou vyjádřena účelovými funkcemi a musí mít pouze kvantitativní charakter. [13]

Dalším důležitým hlediskem pro klasifikaci úloh jsou informace o rozhodovacích variantách a cílech sledovaných uživatelem, které se nachází v zadání úlohy, nebo je lze získat v průběhu jejího řešení. Podle tohoto „informačního“ hlediska dělíme úlohy do čtyř kategorií:

- *Úlohy s informací umožňující skalarizaci optimalizačního kritéria*, tedy s kardinální informací o kriteriích. I když jde o jednokriteriální úlohu, je zde zařazena, neboť úloha je původně formulována jako vícekriteriální a obsahuje informace umožňující shrnutí více kriterií do jednoho kritéria skalárního. Použití vícekriteriálního rozhodování je zde důležité proto, aby při redukci na skalár nedošlo ke ztrátě nebo ke zkreslení původních informací.

- *Úlohy bez informace umožňující skalarizaci*. Jedná se o jádro vícekriteriálního rozhodování v oblasti teorie i praxe. Základním pojmem je zde *nedominované řešení*. Určit optimální řešení je velmi obtížné, neboť nedominovaných řešení je příliš mnoho a informace, kterou máme k dispozici, neumožňuje další rozlišení těchto řešení.
- *Úlohy s informací získanou v průběhu řešení*. Jde o použití tzv. *interaktivních metod*, kdy prostřednictvím dialogu uživatele s počítačovým programem je získána informace v průběhu řešení úlohy, neboť uživatel ani analytik v některých případech předem nevědí co všechno je pro řešení vícekriteriální úlohy relevantní. Ovšem výsledek předložený počítačem může být od objektivně optimálního řešení dosti vzdáleno (někdy je sotva na úrovni řešení vybraného intuitivně přímo ze seznamu přípustných řešení), protože uživatel na kladené otázky často spolehlivě odpovědět neumí, ale vkládá soustavu domněnek, utříděných do logické formy požadované počítačem.
- *Parametrická řešení*. Jde o širší náhled do problematiky, neboť uživatelé si uvědomují, že může nastat situace, kdy se řešení odvíjí od nespolehlivé počáteční informace, a proto chtějí ustoupit od jednoznačného doporučení k akci. Řešením úloh vícekriteriální optimalizace jsou zobrazení, která označují jako optimální řešení funkci vložené informace. Avšak tato řešení jsou často velmi nepřehledná. [5]

V neposlední řadě je možné úlohy vícekriteriálního rozhodování rozlišit podle požadovaného cíle, a to do tří kategorií:

- *Úlohy, jejichž cílem je výběr jedné varianty označené jako kompromisní.* Cílem je tedy vybrat variantu, která je nějakým způsobem nejlepší z množiny možných variant. Vhodné je použít např. metody Oreste, TOPSIS, váženého součtu. Metody, které rozdělují varianty do indiferenčních tříd a metody, které pracují s informací o preferencích mezi kritérii aspirační úrovně kritérií, není vhodné používat.
- *Úlohy, jejichž cílem je úplné uspořádání množiny variant.* Jedná se o tzv. kvaziuspořádání, neboli o uspořádání variant od nejlepší po nejhorší. Postupuje se podobně jako výše. Vybere se nejlepší varianta, které se přiřadí pořadí, poté se tato varianta už nebere v úvahu a znovu se ze zbylých vybere nejlepší varianta, které se přiřadí druhé místo, a tento postup se stále opakuje. Tím se získá uspořádání variant.
- *Úlohy, jejichž cílem je rozdělení množiny variant na dobré a špatné.* V tomto případě nejsou nijak uspořádány varianty, ale je určeno, které jsou „dobré“ a které „špatné“. Tohoto postupu se využívá například u hodnocení bonity klienta bankou, který žádá o poskytnutí úvěru. [7]

3.2 Základní pojmy

Rozhodnutí je proces, kdy je vybrána jedna nebo více variant z množiny všech přípustných variant. Např. výběr zaměstnavatele.

Rozhodovatel je subjekt, který učiní dané rozhodnutí. Rozhodovatel vybírá z konečné množiny m variant, které jsou hodnoceny podle n kritérií. Např. člověk, který vybírá dané zaměstnání.

Cílem je rozhodnout, která varianta je dle daných kritérií považována za nejlepší, tedy tzv. *optimální varianta*.

Varianty neboli alternativy, jsou konkrétní rozhodovací možnosti, které jsou realizovatelné. Varianty jsou značeny a_i (pro $i=1,2,...,m$). Množina všech variant je označena písmenem A.

Varianty se speciálními vlastnostmi

Mezi speciální druhy variant jsou řazeny tyto: dominovaná varianta, nedominovaná varianta, ideální varianta, bazální varianta, kompromisní varianta a optimální varianta.

Dominovaná varianta nastane v situaci, kdy mají všechna kritéria maximalizační charakter. Varianta a_i dominuje variantu a_j, pokud existuje alespoň jedno kritérium K_1, že $y_{i1} \rangle y_{j1}$, a současně pro ostatní kritéria platí, že $(y_{i1}, y_{i2},...y_{in}) \geq (y_{j1}, y_{j2},...y_{jn})$. K dominované variantě musí existovat taková varianta, která má všechny hodnoty alespoň stejně dobré a minimálně jednu lepší. [13]

Nedominovaná varianta, často se také nazývá paretovská nebo efektivní varianta, nastane v situaci, kdy v množině rozhodovacích variant A neexistuje varianta, která jí dominuje. Množina všech nedominovaných variant z množiny A je označována A_N. [5, 14]

Ideální varianta je hypotetickou či reálnou variantou, která dosahuje ve všech kritériích nejlepší možné hodnoty. Kdyby taková varianta existovala, nemusel by rozhodovatel hledat kompromisní řešení, jednalo by se tedy o optimální řešení.

Bazální varianta je opakem ideální varianty a vzniká v případě, kdy všechna kritéria dosahují nejhorší možné hodnoty. Taková varianta by tedy byla dominovaná ostatními variantami a rozhodovatel by ji mohl rovnou vyřadit z výběru.

Optimální varianta je taková varianta, která je relativně jednoznačně doporučená ke konečnému výběru anebo k realizaci. Může jí být nedominovaná varianta, pokud se v množině A vyskytuje jen jedna. Avšak ve většině případů je nedominovaných variant více a často se setkáme s případem kdy $A=A_N$. Pokud je situace přehledná, rozhodovatel dominované varianty předem vyloučí. Pokud ne, je nutné aplikovat kompromisní variantu, kterou je vybrána nejoptimálnější varianta z množiny A_N. [5]

Kompromisní varianta je tedy jediná nedominovaná varianta doporučená k řešení a byla vybrána podle různých pravidel. Vlastnosti, které by měla kompromisní varianta splňovat:

- nedominovanost – daná varianta nesmí být dominována jinou variantou,
- jednoznačnost – zvolený postup udává jednoznačný výsledek, tedy jednu variantu označí jako kompromisní,
- determinovanost – dle kteréhokoliv přístupu nejméně jedna varianta musí být vybrána jako kompromisní,
- invariance vzhledem k pořadí kritérií – výběr kompromisní varianty neovlivňuje pořadí kritérií,
- invariance vzhledem k měřítku kriteriálních hodnot – množina vybraných variant nebo vybraná varianta se nesmí změnit, pokud je ke všem prvkům přičteno stejné číslo (vynásobeno stejným číslem),
- nezávislost na identických hodnotách téhož kritéria – vyskytne-li se kritérium, jehož hodnoty jsou pro všechny varianty skoro stejné, nesmí se změnit množina vybraných variant,
- invariance vzhledem k přidaným dominovaným variantám – pokud je přiřazena do množiny variant dominovaná varianta, vybraná kompromisní varianta se nesmí změnit. [13]

3.3 Kritéria a kriteriální matice

Kritéria

Kritéria jsou hlediska, podle kterých jsou varianty posuzovány. Jsou označeny písmenem f_i (pro $i=1,2,\ldots,n$). Mohou to být například výše měsíční splátky spoření, úroková sazba, atd. Kritéria se dělí podle povahy kritérií a podle kvantifikovatelnosti kritérií. [13]

Podle povahy:

- maximalizační – u těchto kritérií platí, že nejlepší hodnoty mají nejvyšší hodnoty, tedy kritéria s nejvyšší hodnotou jsou nejlepší,

- minimalizační – naopak u těchto kritérií platí, že nejlepší hodnoty mají nejmenší hodnoty, tedy kritéria s nejnižší hodnotou jsou nejlepší.

V praxi je časté, že kritéria jsou jak maximalizační tak minimalizační, a proto je nutné je převést na stejný typ. Je tedy žádoucí, aby zadané hodnoty kritérií y_{ij} byly normalizovány do jednotkového intervalu, kde $x_{ij} \in [0;1]$, tedy $x_{ij} = u(y_{ij})$, které mohou být lineární, progresivní nebo degresivní. [9, 13]

Podle kvantifikovatelnosti:

- kvantitativní – lze je objektivně měřit, protože jsou vyjádřeny číselně (výše měsíční splátky, úrok z úvěru, poplatek za vedení, atd.),
- kvalitativní – nelze je objektivně měřit, neboť jsou vyjádřeny slovně a je nutno je převést pomocí různé bodovací stupnice či relativně ohodnotit varianty. [13]

Preference kritérií – pro řešení problému je velmi důležité, zda je některé kritérium preferováno před jiným. Tato preference může být vyjádřena různým způsobem, mohou být stanoveny:

- aspirační úrovně kritérií – nevyjadřuje preference kritérií explicitně, neudává, které kritérium je důležitější, ale udává, čeho má být dosaženo,
- pořadí kritérií (ordinální informace o kritériích) – vyjadřuje posloupnost kritérií od nejdůležitějšího po nejméně důležité, ale neudává, kolikrát je jedno kritérium důležitější než druhé,
- váhy jednotlivých kritérií (kardinální informace o kritériích) – vyjadřuje relativní důležitost daného kritéria v porovnání s kritérii ostatními, jeho hodnota se pohybuje v intervalu $\langle 0;1 \rangle$ a součet všech vah je roven jedné,
- způsob kompenzace kriteriálních hodnot – nastává v případech, kdy je možno vyrovnávat špatné kriteriální hodnoty varianty podle některých kritérií lepšími hodnotami podle ostatních kritérií. Je zde tedy možnost kompenzace, která je vyjádřena mírou substituce mezi kriteriálními hodnotami. [15]

Kriteriální matice

Je-li hodnocení variant kvantifikováno podle kritérií, jsou údaje uspořádány do kriteriální matice ***Y***. V této matici sloupce odpovídají kritériím a řádky hodnoceným variantám. Prvky této matice vyjadřují hodnocení *i*-té varianty podle *j*-tého kritéria, tedy y_{ij}, kde $i = 1,2,...,m$ a $j = 1,2,...,n.$ [5, 16]

Kriteriální matice $Y = (y_{ij})$ vypadá následovně:

$$\boldsymbol{Y} = \begin{array}{c} \\ a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_m \end{array} \begin{pmatrix} f_1 & f_2 & \cdots & f_n \\ y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ y_{m1} & y_{m2} & \cdots & y_{mn} \end{pmatrix}. \tag{3.1}$$

Normalizace kriteriální matice

Pokud jsou známy ideální a bazální varianty, lze jednoduše znormalizovat kriteriální matici. Všechny hodnoty v kriteriální matici se budou nacházet v intervalu $\langle 0;1 \rangle$. Ideální hodnota v kriteriální matici pak bude mít hodnotu 1 a bazální hodnotu 0.

Mezi důležitou vlastnost této normalizované kriteriální matice patří skutečnost, že je zcela nezávislá na jednotkách.

Bazální (dolní) hodnota pro kritérium *j* se značí symbolem D_j a ideální (horní) hodnota pro kritérium *j* se značí symbolem H_j.

Normalizovaná kriteriální matice (x_{ij}) vzniká transformací původní kriteriální matice (y_{ij}) podle vztahu:

$$x_{ij} = \frac{y_{ij} - D_j}{H_j - D_j}, \tag{3.2}$$

nebo pro nulovou dolní mez $x_{ij} = \frac{y_{ij}}{H_j}$. Přičemž pokud jsou tyto mezní hodnoty stanoveny jako ideální nebo předem určené, hovoří se o metodě bazické varianty, pokud však tyto hodnoty představují mezní hodnoty kritérií daných variant, jedná se o metodu PATTERN. [8, 16]

Lze se také setkat např. u metody TOPSIS s normováním pomocí funkce založené na Eukleidovské vzdálenosti:

$$x_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i}^{M} y_{ij}^2}}. \tag{3.3}$$

3.4 Metody stanovení vah kritérií

Stanovení vah kritérií je výchozím krokem analýzy a slouží k vyjádření preferencí jednotlivých kritérií. Tuto informaci je možné vyjádřit pomocí vektoru vah kritérií $v = (v_1, v_2, ..., v_k)$, kde $\sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{k}} v_i = 1$, $v_i \geq 0$. Čím je důležitost kritéria větší, tím je větší i jeho váha. [5, 7, 8]

Váhy jsou normalizovány do jednotkového intervalu s jednotkovým součtem. Při ohodnocení se používají různé škály se stanovením významnosti kritérií v_j a normalizují se následovně:

$$\mathrm{w_j} = \frac{v_j}{\sum_{i}^{N} v_i}, \quad j = 1,2,...,n. \tag{3.4}$$

Normované váhy jsou nezáporná čísla, jejichž součet se rovná jedné. [9, 13]

V následujících podkapitolách jsou uvedeny nejpoužívanější metody pro stanovení vah kritérií, které jsou seřazeny podle informace, jakou tyto metody požadují na vstupu. Uvedené postupy je možné i kombinovat, popřípadě používat vedle sebe, ale vše by mělo být podřízeno úspěšnému dosažení cílů analýzy a kritériu účelnosti. [7]

3.4.1 Možnosti stanovení vah kritérií bez informace o preferenci kritérií

Pokud nejsou k dispozici žádné informace o preferencích mezi kritérii, neznamená to, že se o problému neví vůbec nic. Samozřejmě za předpokladu, že kriteriální matice kvantifikovaná pomocí kardinálních hodnot existuje. Problémem však je, že řešitel vůbec neumí (nebo nechce) rozhodnout, jak je které kritérium důležité pro posouzení variant. V takovém případě je ovšem možné přiřadit všem kritériím stejnou váhu, která se vypočte podle vztahu $v_j = \frac{1}{n}, j = 1,2,...,n,$ kde n je počet kritérií. [7, 15]

Nastane-li situace, kdy řešitel nechce přiřadit všem kritérií stejnou váhu, může se stanovit váhový vektor pomocí entropické metody.

Entropická metoda se v této formě může použít pouze pro kriteriální matici s kladnými hodnotami, neboť je zapotřebí stanovit pravděpodobnosti p_{ij} a jejich přirozené logaritmy. Takovou podmínku však obecně nelze předpokládat, neboť např. u hodnocení ekonomik států podle makroekonomických kritérií mohou tato kritéria nabývat jak kladné tak i záporné hodnoty (tempo růstu HDP, inflace, případně deflace, saldo obchodní bilance, atd.). Při úpravě kriteriální matice přičtením vhodné konstanty (ať už k celé matici, nebo jen k jednomu sloupci) může dojít ke změně nejen vypočtených vah a poměru mezi nimi, ale někdy dokonce dojde ke změně pořadí důležitosti kritérií. Tento jev lze logicky zdůvodnit, neboť fenomén vnímání významnosti rozdílů byl ověřen i empiricky. Příkladem může být výzkum chování spotřebitelů při nakupování. Vyšlo najevo, že pokud by měl kupující možnost získat slevu v hodnotě 100 Kč z celkové ceny 200 Kč, je ochoten pro takovouto slevu udělat mnohem více (např. dojet do vzdálenějšího obchodu, stát delší frontu) než v případě, že by mohl získat slevu v hodnotě 100 Kč z celkové ceny 10 000 Kč, přestože se absolutní hodnota slevy v obou případech shoduje. [15]

3.4.2 Stanovení vah kritérií z ordinální informace o preferencích kritérií

U těchto metod se předpokládá, že řešitel je schopen a ochoten vyjádřit důležitost jednotlivých kritérií tak, že všem kritériím přiřadí jejich pořadová čísla nebo při porovnání všech dvojic kritérií určí, které kritérium z aktuální dvojice je důležitější než druhé. V obou případech je možné označit dvě nebo více kritérií jako rovnocenné. Způsob vyjádření je popsán u příslušných metod, z nichž dvě nejčastěji používané jsou metoda pořadí a metoda porovnání ve Fullerově trojúhelníku. Obě dvě metody jsou schopny transformovat ordinální informaci do podoby váhového vektoru. [7, 15]

Metoda Pořadí

U této metody je důležité uspořádat kritéria podle jejich důležitosti, přičemž nejdůležitější kritérium je ohodnoceno *n* body, další kritéria *n-1* body, *n-2* body, atd. a nejméně důležité kritérium je ohodnoceno 1 bodem. Pokud vznikne situace, kdy mají kritéria stejnou důležitost, ohodnotí se tato kritéria body podle průměrného pořadí.

Obecně lze tedy říci, že *j*-té kritérium je ohodnoceno b_j body a proto váha *j*-tého kritéria je stanovena vzorcem:

$$v_j = \frac{b_j}{\sum_{j=1}^{n} b_j}, j = 1,...,n. \tag{3.5}$$

Tímto vzorcem se normalizuje informace o preferenci kritérií, proto se tento postup nazývá normalizace vah kritérií. [7, 15]

Fullerova metoda párového porovnání

Tuto metodu lze použít, pokud ordinální informace pouze vyjadřuje vztah mezi každou dvojicí hodnocených kritérií.

Jsou tedy postupně srovnávána každá dvě kritéria mezi sebou, tudíž počet srovnání je:

$$N = \frac{n(n-1)}{2}. \tag{3.6}$$

Pro srovnání je možné použít tzv. Fullerův trojúhelník (viz Tab. 3.1), kde jednotlivé kritéria očíslujeme pořadovými čísly $1,2,...,n$.

Tab. 3.1 Schéma Fullerova trojúhelníku

1 2	1 3	1 4	… …	1 n
	2 3	2 4	… …	2 n
			… …	… …
			n-2 n-1	n-2 n
				n-1 n

Zdroj: [7] – vlastní úprava

Porovnání se provádí tak, že se u každé dvojice kritérií vybere to, které se považuje za důležitější. Počet vybrání *j*-tého kritéria se označí n_j, tudíž váha *j*-tého kritéria se vypočte podle vzorce:

$$v_j = \frac{n_j}{N}, \text{ j} = 1{,}2{,}...{,}\text{n}. \tag{3.7}$$

Ovšem nevýhodou této metody je, že je vždy hodnota n_j pro nejméně důležité kritérium rovna nule, tudíž i váha v_j se pro toto kritérium rovná nule.

Tuto situaci však lze vyřešit zvýšením všech výsledných hodnot n_j o hodnotu jedna, avšak takovéto vyloučení nulových hodnot může vést ke zkreslení výsledku. [5, 7]

3.4.3 Stanovení vah kritérií z kardinální informace o preferencích kritérií

Tyto metody jsou založeny nejen na určení pořadí důležitosti kritérií, ale také na poměru důležitosti mezi všemi dvojicemi kritérií. Mezi nejpoužívanější metody, které do této oblasti spadají, patří metoda bodovací (přeměňuje bodové hodnocení důležitosti kritérií do podoby váhového vektoru) a Saatyho metoda kvantitativního párového porovnání (váhový vektor se odvozuje z informace o odhadu poměru vah, jež stanoví přímo uživatel). [7, 15]

Metoda Bodovací

U této metody se kritéria hodnotí pomocí bodů v rámci určité bodové stupnice, např. stupnice 0-10 bodů, kdy 0 bodů má nejméně důležité kritérium a 10 bodů má nejvíce důležité kritérium. Tyto body mohou nabývat také desetinných hodnot a může se více kritériím přiřadit stejná hodnota. Váhy se vypočítají pomocí stejného vzorce, jako u metody pořadí, tedy dle vzorce (3.5). [5, 7, 15]

Saatyho metoda kvantitativního párového porovnání

Tato metoda párově porovnává jednotlivá kritéria pomocí devítibodové stupnice:

1 – rovnocenná kritéria *i* a *j*,

3 – slabě preferované kritérium *i* před *j*,

5 – silně preferované kritérium *i* před *j*,

7 – velmi silně preferované kritérium *i* před *j*,

9 – absolutně preferované kritérium *i* před *j*.

Hodnoty 2, 4, 6 a 8 vyjadřují mezistupně. Porovnání každé dvojice kritérií se zapíše do tzv. Saatyho matice $S = (s_{ij})$:

$$\boldsymbol{S} = \begin{pmatrix} 1 & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ 1/s_{12} & 1 & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1/s_{1k} & 1/s_{12} & \cdots & 1 \end{pmatrix}. \tag{3.8}$$

Pokud vznikne situace, kdy je *j*-té kritérium preferováno před *i*-tým, zapíše se do Saatyho matice převrácená hodnota. Na diagonále vždy musí být hodnoty jedna, neboť každé kritérium je samo sobě rovnocenné. Tato matice je tedy čtvercového řádu $n \cdot n$, kde se prvky matice s_{ij} dají vyjádřit jako odhad podílů *i*-tého a *j*-tého kritéria $s_{ij} \approx \frac{v_i}{v_j}$, kde $i, j = 1,2,...,n.$

Pro prvky matice **S** platí:

$$s_{ii} = 1, \qquad i = 1,2,\ldots,n,$$

$$s_{ij} = \frac{1}{s_{ji}}, \quad i, j = 1,2,\ldots,n.$$

Pro relativní hodnocení je zapotřebí, aby byly prvky této matice konzistentní, tedy lineárně nezávislé. Míru konzistence lze posoudit koeficientem konzistence:

$$CR = \frac{CI}{RI}, \tag{3.9}$$

přičemž pro splnění konzistence musí platit $CR \leq 0{,}1$.

Index konzistence, neboli CI, se vypočítá následovně:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - N}{N - 1}, \tag{3.10}$$

přičemž $\lambda_{\max}$ představuje největší vlastní číslo matice $\boldsymbol{S}$ a N představuje počet kritérií. Charakteristické číslo matice $\lambda_{\max}$ se dá vypočítat různými způsoby, například podle následujícího vzorce:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{N} \sum_{i}^{N} (Q \cdot v)_i / v_i, \tag{3.11}$$

kde v je vektor a $(Q \cdot v)_i$ je *i*-tý prvek vektoru.

Hodnota RI je odvozena z empirického zkoumání a výše hodnot je v závislosti na počtu prvků, tedy kritérií. Hodnoty RI jsou zobrazeny v Tab. 3.2.

Tab. 3.2. Hodnoty RI

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Pokud je sestavena matice $\mathbf{V} = (v_{ij})$, jejíž prvky jsou skutečné podíly vah:

$$v_{\mathrm{ij}} = \frac{v_i}{v_j}, \quad \text{kde}\, i, j = 1,2,...,n, \tag{3.10}$$

platí, že $v_{hj} = v_{hi} \cdot v_{ij}$ pro všechna $h, i, j = 1,2,...,n.$

Váhy by se daly odhadnout za podmínky, že se matice $\boldsymbol{S}$ bude co nejméně lišit od matice $\boldsymbol{V}$, což znamená minimalizovat součet čtverců odchylek stejnolehlých prvků obou matic. Pro jejich výpočet je následně nutné vyřešit optimalizační model:

$$F = \sum_i \sum_j \left[s_{ij} - \frac{v_i}{v_j} \right]^2 \rightarrow \min \tag{3.11}$$

za podmínky:

$$\sum_{j=1}^{n} v_j = 1. \tag{3.12}$$

Při výpočtu mnohdy nastávají potíže, jelikož se jedná o model nekonvexního programování. Proto Saaty navrhl několik velmi jednoduchých způsobů, pomocí kterých je možné odhadnout váhy v_j.

Nejčastějším postupem výpočtu vah je normalizovaný geometrický průměr řádků Saatyho matice, tzv. metoda logaritmických nejmenších čtverců:

$$b_i = \sqrt[n]{\prod_{j'1}^{n} s_{ij}} \ . \tag{3.13}$$

Váhy kritérií se vypočítají normalizací hodnot b_i :

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^{n} b_i}. \tag{3.14}$$

V mnoha případech bývá matice nekonzistentní u rozsáhlejších úloh. Proto je nutné na základě odhadu vah matici $\boldsymbol{S}$ překvantifikovat tak, aby splňovala konzistentnost a poté provést nový odhad vah. [5, 7, 9, 10, 15]

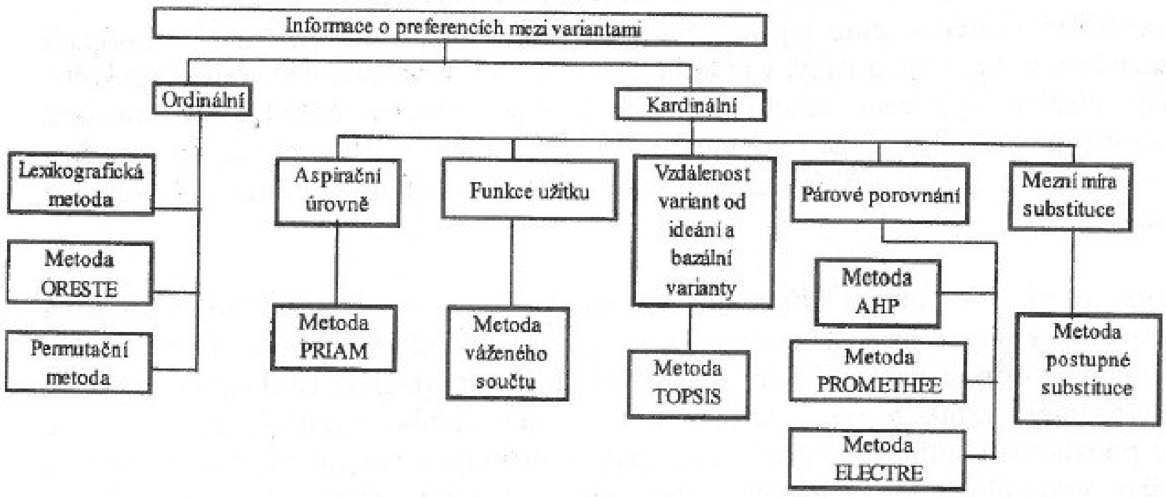
3.5 Stanovení variant

Pro stanovení variant existuje mnoho metod. Tyto metody se dělí dle toho, jakou informaci o preferenci mezi kritérii ke své práci vyžadují. Z tohoto hlediska lze rozdělit metody na:

- metody nevyžadující informaci o preferenci kritérií,
- metody vyžadující aspirační úrovně kritérií (metoda PRIAM),
- metody vyžadující ordinální informace o kritériích (lexikografická metoda a metoda Oreste),
- metody vyžadující kardinální informace o kritériích (WSA, TOPSIS, PROMETHEE, AHP).

Dále mezi metody nevyžadující informaci o preferenci kritérii je možné zařadit prostou bodovací metodu a prostou metodu pořadí, ale tyto metody se pro svou jednoduchost téměř nepoužívají. [15]

Obr. 3.2 Schéma metody kvantifikace preference mezi variantami



Zdroj: [7]

3.5.1 Metoda váženého součtu (WSA)

Tato metoda pro správné řešení potřebuje kardinální informace, kriteriální matici ***Y*** a vektor vah kritérií $\vec{v}$. Zobrazuje celkové hodnocení pro každou variantu, a proto pomocí ní lze nalézt jednu nejvýhodnější variantu, nebo lze seřadit varianty od nejlepší po nejhorší.

I když vychází z principu maximalizace užitku, předpokládá pouze lineární funkci užitku. Pokud tedy varianta a_i dosáhne určité hodnoty y_{ij} podle kritéria j, přináší uživateli užitek, který lze vyjádřit prostřednictvím lineární funkce užitku. Základní kriteriální matice $\mathbf{Y} = (y_{ij})$ je stanovena dle vzorce (3.2).

Celkový užitek je vyjádřen váženým součtem hodnot dílčích funkcí užitku:

$$u(a_i) = \sum_{i=1}^{m} v_j u_j(y_{ij}), \tag{3.15}$$

kde u_j zobrazují dílčí funkce užitku jednotlivých kritérií a v_j jsou váhy kritérií.

Při sestavování je zapotřebí nejprve určit ideální variantu $H_j(h_1,...,h_n)$ a bazální variantu $D_j(d_1,...,d_n)$. Následně se vytvoří normalizovaná kriteriální matici $\mathbf{R}=(r_{ij})$, jejíž prvky se získají z kriteriální matice ***Y***, která je transformovaná pomocí vzorce:

$$r_{ij}=\frac{y_{ij}-D_j}{H_j-D_j}. \tag{3.16}$$

Získá se tak matice ***R***, jejíž prvky $r_{ij}\in\langle 0;1\rangle$, tudíž bazální varianta má hodnotu 0 a ideální varianta má hodnotu 1. Pro jednotlivé varianty je zapotřebí vypočítat agregovanou funkci užitku:

$$u(a_i)=\sum_{j=1}^{k}v_j r_{ij}. \tag{3.17}$$

Výsledné varianty je možné seřadit podle hodnot $u(a_i)$ a vybrat potřebný počet variant s nejvyššími hodnotami, nebo vybrat jednu nejlepší variantu, a tou je varianta s nejvyšší hodnotou užitku. [5, 7]

3.5.2 Metoda TOPSIS

Touto metodou jsou posuzovány varianty podle jejich vzdálenosti, to znamená, že výsledkem je varianta nejblíže k ideální variantě a nejdále od bazální varianty.

Důležitými vstupními údaji jsou kriteriální hodnoty pro jednotlivé varianty a váhy jednotlivých kritérií.

Nejprve se vytvoří kriteriální matice $\mathbf{Y}=(y_{ij})$ podle vzorce (3.2). Poté se zkonstruuje normalizovaná kriteriální matice $\mathbf{R}=(r_{ij})$ podle vzorce:

$$r_{ij}=\frac{y_{ij}}{\left(\sum_{i=1}^{p}(y_{ij})^2\right)^{1/2}}. \tag{3.18}$$

V této matici ***R*** jsou sloupce vektory jednotkové délky.

V následujícím kroku je nutné vypočítat váženou kriteriální matici $\mathbf{W} = (w_{ij})$ a to tak, že každý *j*-tý sloupec normalizované kriteriální matice ***R*** se vynásobí odpovídající váhou v_j, dle vztahu:

$$w_{ij} = v_i \cdot r_{ij} . \tag{3.19}$$

Nyní se vybere varianta, která je nejblíže ideální variantě $H_j = (h_1, h_2, ..., h_m)$ a nejdále bazální variantě $D_j = (d_1, d_2, ..., d_m)$ vzhledem k hodnotám matice ***W***. Vzdálenosti variant od ideální varianty se vypočítají dle vzorce:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{k} (w_{ij} - h_j)^2} , \tag{3.20}$$

a od bazální varianty se vypočítají dle vzorce:

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{k} (w_{ij} - d_j)^2} . \tag{3.21}$$

U obou výpočtů se používá Euklidova míra vzdálenosti.

Posledním výpočtem je relativní ukazatel vzdáleností jednotlivých variant od bazální varianty:

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} . \tag{3.22}$$

Výsledné hodnoty těchto ukazatelů se pohybují v rozmezí 0 až 1, přičemž bazální varianta nabývá hodnotu 0 a ideální varianta hodnotu 1.

Tak jako u metody WSA lze výsledné varianty seřadit dle hodnot c_i a vybrat potřebný počet variant s nejvyššími hodnotami, nebo vybrat pouze jednu nejlepší variantu, a to variantu s nejvyšší hodnotou c_i. [5, 7, 13]

3.5.3 Metoda AHP

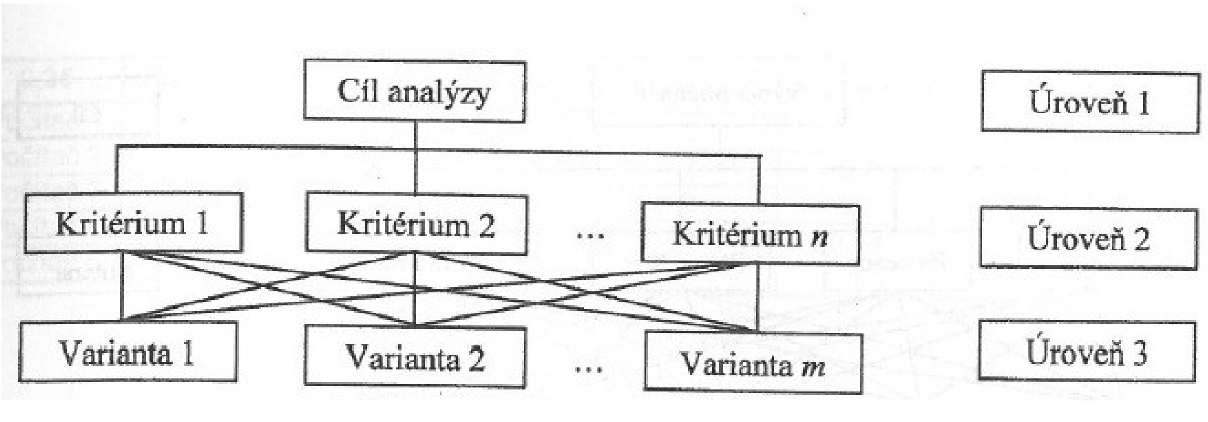
Tato metoda rozkládá složité nestrukturované situace na jednodušší části, říká se tomu tzv. hierarchický systém. Pomocí tohoto systému dochází k rozšíření možností vícekriteriálního rozhodovacího systému, kdy na každé úrovni hierarchické struktury se použije Saatyho metoda kvantitativního párového porovnání, přiřazující jednotlivým částem kvantitativní charakteristiky, které vyjadřují jejich důležitost. Po ohodnocení všech komponent se rozhodovatel zaměří na tu s nejvyšší prioritou s cílem získat řešení rozhodovacího problému.

Metodu AHP lze použít pro jakýkoliv typ informace o preferenčních vztazích mezi komponentami modelu.

Hierarchická struktura má několik úrovní, které jsou uspořádány od obecné ke konkrétní, a každá obsahuje několik prvků. Typická jednoduchá úloha obsahuje většinou tři úrovně:

- 1. úroveň – cíl vyhodnocování, kterým může být uspořádání variant,
- 2. úroveň – kritéria vyhodnocování,
- 3. úroveň – posuzované varianty.

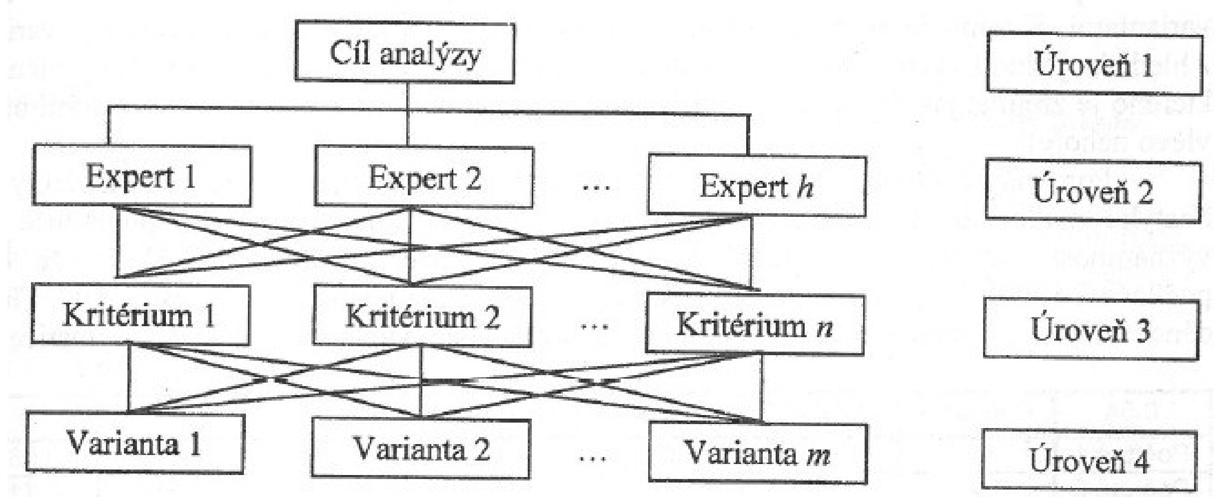
Obr. 3.3 Hierarchická struktura typické úlohy vícekriteriální analýzy variant



Zdroj: [7]

Složitější úlohy jsou většinou čtyřúrovňové, neboť obvykle mají mezi kritérii a variantami ještě úroveň subkritérií. Jak lze vidět na obrázku 3.3, pokud úlohy hodnotí více hodnotitelů, obsahují ještě úroveň hodnotitelů (expertů).

Obr. 3.4 Hierarchická struktura úlohy vícekriteriální analýzy variant pro hodnocení více experty



Zdroj: [7]

Na každé úrovni hierarchie lze určit vztahy mezi všemi komponenty. U tříúrovňové hierarchie je na druhé úrovni matice párového porovnání rozměru $n \cdot n$ a na poslední úrovni hierarchie bude n matic o rozměru $m \cdot m$, v nichž se párově porovnávají ohodnocení variant dle jednotlivých kritérií. Nejprve je tedy vytvořena matice pro porovnání kritérií a získání jejích vah. Na další, tedy třetí úrovni, jsou vytvořeny Saatyho matice pro porovnání variant u každého kritéria, tzn., že každému kritériu se vytvoří matice. Výsledné hodnoty matic představují váhy variant dle jednotlivých kritérií. Všechny takto vytvořené matice musí být plně konzistentní. Posledním krokem je vytvoření syntézy preferencí a volba alternativy. Vytvoří se tabulka, do které se vloží výsledné váhy variant i kritérií a podle vzorce (3.17) je vypočtena výsledná preference dané varianty, tedy syntéza preferencí. Varianta s nejvyšší hodnotou preference je výsledkem celého rozhodovacího procesu.

U čtyřúrovňové hierarchie je na druhé úrovni jedna matice párového srovnání o rozměrech $h \cdot h$, na třetí úrovni je h matic rozměru $n \cdot n$, a na čtvrté úrovni je n matic rozměru $m \cdot m$. Dále se postupuje obdobně jako u tříúrovňové hierarchie. [6, 7, 10, 13]

4 VÍCEKRITERIÁLNÍ VÝBĚR PRODUKTU STAVEBNÍHO SPOŘENÍ

Tento výběr se provádí pomocí metod vícekriteriálního hodnocení variant, za předem daných podmínek, které platí pro dané subjekty. Výsledkem výběru je potom nejvhodnější produkt, v tomto případě produkt stavebního spoření, který je pro daný subjekt ideálním řešením ze všech nabízených variant.

Metody budou aplikovány na modelovém příkladu, pomocí kterého je řešen výběr ideálního stavebního spoření pro studentku ve věku 21 let. Příklad se řeší metodou váženého součtu (WSA), metodou TOPSIS a metodou AHP. Váhy jednotlivých kritérií jsou stanoveny pomocí metod pořadí, bodovací, Fullerovy metody a Saatyho metody. Avšak při výpočtu jednotlivých metod pro stanovení pořadí variant jsou použity váhy vypočtené pomocí Saatyho metody. Na závěr jsou pomocí metody WSA porovnány výsledné hodnoty zadaných variant dle všech modelů a výsledkem je jedna nejvhodnější kompromisní varianta.

4.1 Stavební spoření pro studentku

Konkrétním subjektem rozhodování je studentka ve věku 21 let, která si chce založit stavební spoření za účelem spoření, jelikož chce mít naspořené peníze s možností získání úvěru, aby si mohla po ukončení studia koupit byt. Studentka stále bydlí u rodičů, od kterých dostává kapesné a zároveň si přivydělává brigádami, takže její příjem měsíčně činí 5.000 Kč a výdaje má minimální, jen pro svou vlastní potřebu. Spoření chce uzavřít na cílovou částku ve výši 200.000 Kč.

Důležitým kritériem je pro ni výše úroku z vkladu v % (f_1) a výše minimálního měsíčního vkladu také v % (f_2). Dalším důležitým hlediskem pro výběr je také výše případného úroku z úvěru ze stavebního spoření v % (f_5) a kolik procent z celkové částky je zapotřebí mít naspořeno, aby získala úvěr ze stavebního spoření (f_4). Posledním, nejméně důležitým hlediskem je poplatek za vedení stavebního spoření v Kč/rok (f_3).

Studentka se rozhoduje z deseti produktů, které jsou nabízeny Wüstenrot – stavební spořitelnou, a. s., Raiffeisen stavební spořitelnou, a. s., Modrou pyramidou stavební spořitelnou, a. s., Stavební spořitelnou České spořitelny, a. s. (Buřinka) a Českomoravskou stavební spořitelnou, a. s. (Liška). Jednotlivé produkty každé spořitelny jsou uvedeny v Tab. 4.1 a podrobné informace jsou obsaženy v Tab. 4.2.

Tab. 4.1 Přehled variant produktů nabízených stavebními spořitelnami

a_1	WÜSTENROT	varianta OK (optimálně kreditní)
a_2	WÜSTENROT	varianta ON (optimálně normální)
a_3	WÜSTENROT	varianta OF (optimálně finanční)
a_4	WÜSTENROT	varianta OS (optimálně speciální)
a_5	RAIFFEISEN	S 041 (spořící)
a_6	RAIFFEISEN	S 061 (úvěrová)
a_7	MODRÁ PYRAMIDA	moudré spoření
a_8	BUŘINKA	spoření standard
a_9	LIŠKA	spoření variant
a_{10}	LIŠKA	spoření garant

Tab. 4.2 Podrobné informace produktů stavebních spořitelen

	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5
a_1	2	0,25	240	30	4,7
a_2	2	0,5	240	50	4,7
a_3	2	0,5	240	40	4,7
a_4	2	0,5	240	50	4,7
a_5	2	0,3	320	40	4,9
a_6	1	0,2	320	40	3,5
a_7	2	0,5	300	40	5
a_8	2	0,5	310	40	4,75
a_9	1,5	0,5	330	40	4,3
a_{10}	1	0,5	330	45	2,95

Kritérium f_1 má jako jediné maximalizační charakter, ostatní minimalizační. Pro správné výpočty je však zapotřebí, aby všechna kritéria měla stejný charakter. Jelikož u metody TOPSIS se obvykle počítá s maximalizačními kritérii, převedou se všechna kritéria na maximalizační charakter a pro objektivní porovnání se s nimi počítá u všech metod.

Převod z minimalizační hodnoty na maximalizační se provede jednoduše, a to tak, že se od nejvyšší hodnoty kritéria odečtou ostatní hodnoty daného kritéria. Hodnoty maximalizačních kritérií jsou zobrazeny v tabulce 4.3.

Tab. 4.3 Maximalizační charakter kritérií

	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5
a_1	2	0,25	90	20	0,3
a_2	2	0	90	0	0,3
a_3	2	0	90	10	0,3
a_4	2	0	90	0	0,3
a_5	2	0,2	10	10	0,1
a_6	1	0,3	10	10	1,5
a_7	2	0	30	10	0
a_8	2	0	20	10	0,25
a_9	1,5	0	0	10	0,7
a_{10}	1	0	0	5	2,05

4.2 Metody stanovení vah kritérií

Váhy kritérií jsou vypočítány pomocí čtyř metod, a to pomocí metody pořadí, metody bodovací, metody párového srovnání a metody kvantitativního párového srovnávání. Před samotným počítáním je důležité si kritéria seřadit dle preferencí studentky. Toto seřazení vypadá následovně:

$$f_1 > f_2 > f_5 > f_4 > f_3.$$

4.2.1 Metoda pořadí

Metoda pořadí vychází z preferencí zadaných kritérií a vypočítá se podle vzorce (3.5). Výsledky jsou zobrazeny v tabulce 4.3.

Tab. 4.3 Váhy kritérií podle metody pořadí

	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5
pořadí	1	2	5	4	3
b_j	5	4	1	2	3
v_j	**0,3333**	**0,2667**	**0,0667**	**0,1333**	**0,2000**

4.2.2 Metoda bodovací

Preference kritérií jsou u této metody ohodnoceny v intervalu <0;100>. Celkem je rozděleno 320 bodů. Váhy jednotlivých kritérií se opět stanoví dle vzorce (3.5).

Tab. 4.4 Váhy kritérií podle metody bodovací

	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5
b_j	100	80	30	50	60
v_j	**0,3125**	**0,2500**	**0,0938**	**0,1563**	**0,1875**

4.2.3 Metoda párového srovnání (Fullerova metoda)

U této metody je důležité nejprve očíslovat jednotlivá kritéria pořadovými čísly a tyto čísla zapsat do tzv. Fullerova trojúhelníku. Poté se musí vyznačit u každé dvojice kritérií preferenční, tedy důležitější kritérium. Přičemž pomocí vzorce (3.6) se zjistí, že v tomto případě (tedy při pěti porovnávaných kritériích) je celkový počet srovnání N = 10. Váha jednotlivých kritérií se vypočte podle vzorce (3.7).

Tab. 4.5 Fullerův trojúhelník

1	1	1	1
2	3	4	5
	2	2	2
	3	4	5
		3	3
		4	5
			4
			5

Tab. 4.6 Váhy kritérií podle Fullerovy metody

	n_j	v_j	$n_j +1$	$v_j +1$
f_1	4	0,4	5	**0,4545**
f_2	3	0,3	4	**0,3636**
f_3	0	0	1	**0,0909**
f_4	1	0,1	2	**0,1818**
f_5	2	0,2	3	**0,2727**
Celkem	10	1	11	**1**

Jak je vidět v tabulce 4.6 výsledná hodnota n_j a také váha v_j u nejméně důležitého kritéria f_3 je rovna 0. Aby se předešlo této nulové situaci, přidá se ke všem hodnotám n_j hodnota jedna, přičemž se musí dodržet pravidlo, že se počet srovnání N také zvýší o jedničku, tedy na hodnotu 11.

4.2.4 Metoda kvantitativního párového srovnávání (Saatyho metoda)

Podle zadané stupnice se porovnají všechna kritéria mezi sebou v tzv. Saatyho matici dle vzorce (3.8). Jednotlivé prvky matice s_{ij} představují odhady podílů i-tého a j-tého kritéria. Následně se stanoví geometrický průměr b_i, a to pomocí vzorce (3.13) a váhy kritérií se vypočítají normalizací hodnot b_i dle vzorce (3.14).

Tab. 4.7. Váhy kritérií podle Saatyho metody

	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	geomean = b_i	normov = v_i
f_1	1	3	9	7	5	3,9363	**0,5100**
f_2	1/3	1	7	5	3	2,0362	**0,2638**
f_3	1/9	1/7	1	1/3	1/5	0,2540	**0,0329**
f_4	1/7	1/5	3	1	1/3	0,4911	**0,0636**
f_5	1/5	1/3	5	3	1	1	**0,1296**
$\sum$	x	x	x	x	x	7,7176	**1**

Důležité je, aby byla matice konzistentní. Konzistentnost se vypočítá pomocí vzorce koeficientu konzistence (3.9). V tomto případě je konzistentnost splněna, jelikož koeficient konzistence má hodnotu 0,0529 (viz příloha č. 1).

4.2.5 Vyhodnocení metod stanovení vah kritérií

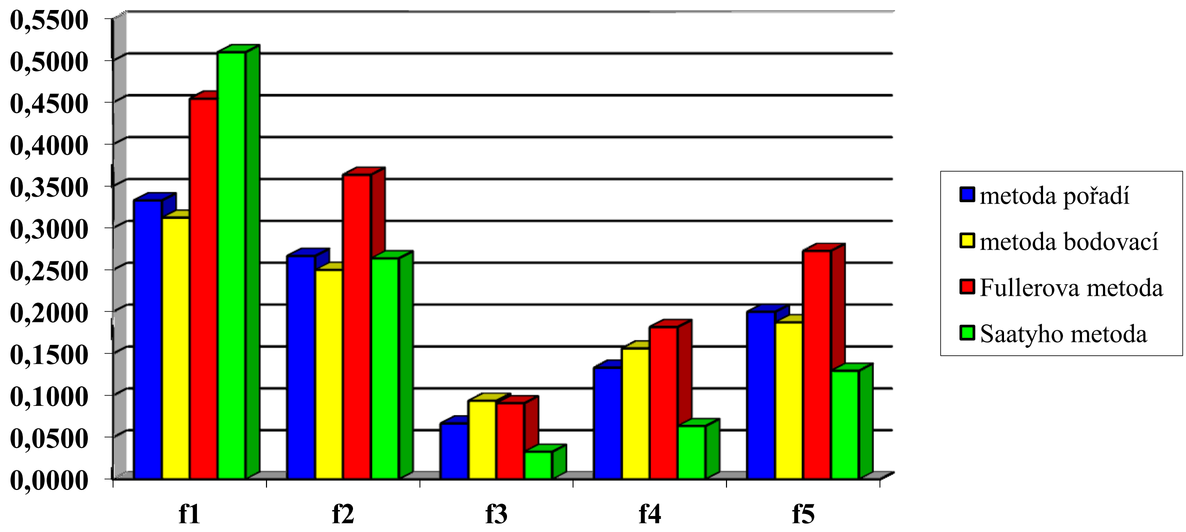
Výsledné váhy všech kritérií podle daných metod jsou zaznamenány v Tab. 4.8. Jak je ze srovnání vidět, hodnoty vah se dle jednotlivých metod liší, avšak pořadí důležitosti kritérií podle jednotlivých vah zůstalo u všech metod stejné. Nejdůležitějším kritériem je podle všech metod kritérium f_1 – výše úroku z vkladu v %, druhé nejdůležitější je kritérium f_2 – minimální měsíční vklad v %, prostředním kritériem je f_5 – výše úroku z úvěru ze stavebního spoření v %, předposledním kritériem je kritérium f_4 – kolik procent je nutno naspořit pro získání úvěru ze stavebního spoření, a posledním, tedy nejméně důležitým kritériem je kritérium f_3 – poplatek za vedení v Kč/rok.

Tab. 4.8. Srovnání vah kritérií

Kritérium	Metoda pořadí	Metoda bodovací	Fullerova metoda	Saatyho metoda
f_1	0,3330	0,3125	0,4545	0,5100
f_2	0,2667	0,2500	0,3636	0,2638
f_3	0,0667	0,0938	0,0909	0,0329
f_4	0,1333	0,1563	0,1818	0,0636
f_5	0,2000	0,1875	0,2727	0,1296

Pro lepší orientaci byly váhy zobrazeny v grafu 4.1, z kterého je patrné, že nejvyšších, a tedy nejlepších hodnot, dosahovaly váhy u Fullerovy metody, kromě prvního a třetího kritéria. U kritéria f_1 je dosaženo nejvyšší hodnoty u Saatyho metody. U kritéria f_3 je dosaženo nejvyšší hodnoty u metody bodovací. V případě metody pořadí je dosaženo druhých nejvyšších hodnot u kritérií f_2 a f_5.

Graf 4.1 Grafické znárodnění vah podle jednotlivých metod



4.3 Metody stanovení pořadí variant

Pro vícekriteriální hodnocení variant stavebního spoření se použije metoda váženého součtu (WSA), dále metoda TOPSIS a v poslední řadě také metoda AHP. U metody WSA a TOPSIS je zapotřebí maximalizační charakter kritérií, a proto je nutné převést všechna kritéria na maximalizační (viz Tab. 4.3). S těmito převedenými kritérii se počítá ve všech třech metodách, aby bylo konečné vzájemné porovnání přesné.

U všech metod se počítá s váhami z metody Saatyho, které jsou uvedené v tabulce 4.7. Na závěr se provede konečný výběr pořadí variant z výsledných hodnot všech tří metod, aby se zjistilo, která varianta stavebního spoření je pro studentku nejvhodnější dle všech metod.

4.3.1 Metoda váženého součtu (WSA)

Pro vyhodnocení variant podle metody váženého součtu je zapotřebí převést všechny kritéria na maximalizační charakter a sestavit základní kriteriální matici ***Y*** podle vzorce (3.1).

Kriteriální matice

$$\boldsymbol{Y} = \begin{array}{c} \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \\ a_6 \\ a_7 \\ a_8 \\ a_9 \\ a_{10} \end{array} \begin{pmatrix} f_1 & f_2 & f_3 & f_4 & f_5 \\ 2 & 0{,}25 & 90 & 20 & 0{,}3 \\ 2 & 0 & 90 & 0 & 0{,}3 \\ 2 & 0 & 90 & 10 & 0{,}3 \\ 2 & 0 & 90 & 0 & 0{,}3 \\ 2 & 0{,}2 & 10 & 10 & 0{,}1 \\ 1 & 0{,}3 & 10 & 10 & 1{,}5 \\ 2 & 0 & 30 & 10 & 0 \\ 2 & 0 & 20 & 10 & 0{,}25 \\ 1{,}5 & 0 & 0 & 10 & 0{,}7 \\ 1 & 0 & 0 & 5 & 2{,}05 \end{pmatrix}$$

Nyní je možné určit bazální variantu D_j (nejnižší hodnotu) a ideální variantu H_j (nejvyšší hodnotu) u každého kritéria. Toto určení se nachází v Tab. 4.9.

Tab. 4. 9 Bazální a ideální varianta z kriteriální matice

varianty	kritéria				
	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5
H_j	2	0,3	90	20	2,05
D_j	1	0	0	0	0

Následně se znormuje kriteriální matice $\boldsymbol{Y}$ podle vzorce (3.16) na normalizovanou kriteriální matici $\boldsymbol{R}$. Získá se tak matice, jejíž prvky vyjadřují hodnoty užitku dané varianty podle určitého kritéria. Prvky $r_{ij} \in \langle 0;1 \rangle$, tedy ideální varianta má hodnotu jedna a bazální varianta má hodnotu nula.

Normalizovaná kriteriální matice

$$
\boldsymbol{R} = \begin{array}{c} \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \\ a_6 \\ a_7 \\ a_8 \\ a_9 \\ a_{10} \end{array} \left(\begin{array}{ccccc} f_1 & f_2 & f_3 & f_4 & f_5 \\ 1 & 0,8333 & 1 & 1 & 0,1463 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0,1463 \\ 1 & 0 & 1 & 0,5 & 0,1463 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0,1463 \\ 1 & 0,6667 & 0 & 0,5 & 0,0488 \\ 0 & 1 & 0 & 0,5 & 0,7317 \\ 1 & 0 & 0 & 0,5 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0,5 & 0,1220 \\ 0,5 & 0 & 0 & 0,5 & 0,3415 \\ 0 & 0 & 0 & 0,25 & 1 \end{array} \right)
$$

Ze získané normalizované kriteriální matice a vah, které jsou stanoveny pomocí Saatyho metody (Tab. 4.7), se vypočítá agregovaný užitek pomocí vzorce (3.17).

Seřazením agregované funkce užitku $u(a_i)$ je získáno výsledné pořadí jednotlivých variant stavebního spoření podle metody váženého součtu. Užitek dané varianty, který má nejvyšší hodnotu, je nejlepší variantou z tohoto výběru (viz Tab. 4.10).

Tab. 4.10 Pořadí variant podle metody WSA

	$u(a_i)$	pořadí
a_1	0,8453	**1.**
a_2	0,5619	**5,5.**
a_3	0,5937	**3.**
a_4	0,5619	**5,5.**
a_5	0,7276	**2.**
a_6	0,3941	**8.**
a_7	0,5528	**7.**
a_8	0,5649	**4.**
a_9	0,3311	**9.**
a_{10}	0,1455	**10.**

Z tabulky 4.10 je patrné, že podle metody váženého součtu je pro studentku nejideálnější varianta a_1, tedy stavební spoření od Wüstenrot - stavební spořitelny, a. s., varianta OK, druhou nejlepší variantou je a_5 - stavební spoření od Raiffeisen stavební spořitelny, a. s., varianta S 041, a naopak nejméně vhodná je varianta a_{10} - stavební spoření od Českomoravské stavební spořitelny, a. s., varianta garant.

4.3.2 Metoda TOPSIS

U této metody se vychází z kriteriální matice ***Y***, která je stejná jako v případě metody WSA (opět je důležité převést kritéria na maximalizační charakter), a z vah, které jsou stanoveny pomocí Saatyho metody, viz tabulka 4.7.

Následně je podle vzorce (3.18) vytvořena normalizovaná kriteriální matice ***R.***

Normalizovaná kriteriální matice

$$\boldsymbol{R} = \begin{array}{c} \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \\ a_6 \\ a_7 \\ a_8 \\ a_9 \\ a_{10} \end{array} \begin{pmatrix} f_1 & f_2 & f_3 & f_4 & f_5 \\ 0{,}3522 & 0{,}5698 & 0{,}4888 & 0{,}6247 & 0{,}1105 \\ 0{,}3522 & 0 & 0{,}4888 & 0 & 0{,}1105 \\ 0{,}3522 & 0 & 0{,}4888 & 0{,}3123 & 0{,}1105 \\ 0{,}3522 & 0 & 0{,}4888 & 0 & 0{,}1105 \\ 0{,}3522 & 0{,}4558 & 0{,}0543 & 0{,}3123 & 0{,}0368 \\ 0{,}1761 & 0{,}6838 & 0{,}0543 & 0{,}3123 & 0{,}5523 \\ 0{,}3522 & 0 & 0{,}1629 & 0{,}3123 & 0 \\ 0{,}3522 & 0 & 0{,}1086 & 0{,}3123 & 0{,}0921 \\ 0{,}2641 & 0 & 0 & 0{,}3123 & 0{,}2578 \\ 0{,}1761 & 0 & 0 & 0{,}1562 & 0{,}7549 \end{pmatrix}$$

Nyní se ze stanovených vah a vytvořené normalizované kriteriální matice vypočítá pomocí vzorce (3.19) vážená kriteriální matice.

Vážená kriteriální matice

$$
\boldsymbol{W} = \begin{array}{c}
 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \\ a_6 \\ a_7 \\ a_8 \\ a_9 \\ a_{10}
\end{array}
\begin{pmatrix}
f_1 & f_2 & f_3 & f_4 & f_5 \\
0{,}1796 & 0{,}1503 & 0{,}0161 & 0{,}0397 & 0{,}0143 \\
0{,}1796 & 0 & 0{,}0161 & 0 & 0{,}0143 \\
0{,}1796 & 0 & 0{,}0161 & 0{,}0199 & 0{,}0143 \\
0{,}1796 & 0 & 0{,}0161 & 0 & 0{,}0143 \\
0{,}1796 & 0{,}1203 & 0{,}0018 & 0{,}0199 & 0{,}0048 \\
0{,}0898 & 0{,}1804 & 0{,}0018 & 0{,}0199 & 0{,}0716 \\
0{,}1796 & 0 & 0{,}0054 & 0{,}0199 & 0 \\
0{,}1796 & 0 & 0{,}0036 & 0{,}0199 & 0{,}0119 \\
0{,}1347 & 0 & 0 & 0{,}0199 & 0{,}0334 \\
0{,}0898 & 0 & 0 & 0{,}0099 & 0{,}0978
\end{pmatrix}
$$

Z této vážené kriteriální matice je nyní opět určena bazální a ideální varianta, tj. nejvyšší a nejnižší hodnota varianty u každého kritéria. Výběr se nachází v tabulce 4.11.

Tab. 4.11 Bazální a ideální varianta z vážené kriteriální matice

varianty	Kritéria				
	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5
H_j	0,1796	0,1804	0,0161	0,0397	0,0978
D_j	0,0898	0	0	0	0

Ve chvíli, kdy jsou známy všechny hodnoty, lze vypočítat u jednotlivých variant vzdálenosti variant od ideální varianty $\left(d_i^+\right)$ a od bazální varianty $\left(d_i^-\right)$ podle vzorců (3.20) a (3.21). Z těchto hodnot se poté vypočítá relativní vzdálenost jednotlivých variant od bazální varianty $\left(c_i\right)$ podle vzorce (3.22). Konečné pořadí variant se zjistí z hodnot c_i, přičemž nejvyšší hodnota patří nejlepší variantě, neboť se jedná o největší vzdálenost od nejhorší (bazální) varianty. Celkový přehled je zobrazen v tabulce 4.12.

Tab. 4.12 Pořadí variant podle metody TOPSIS

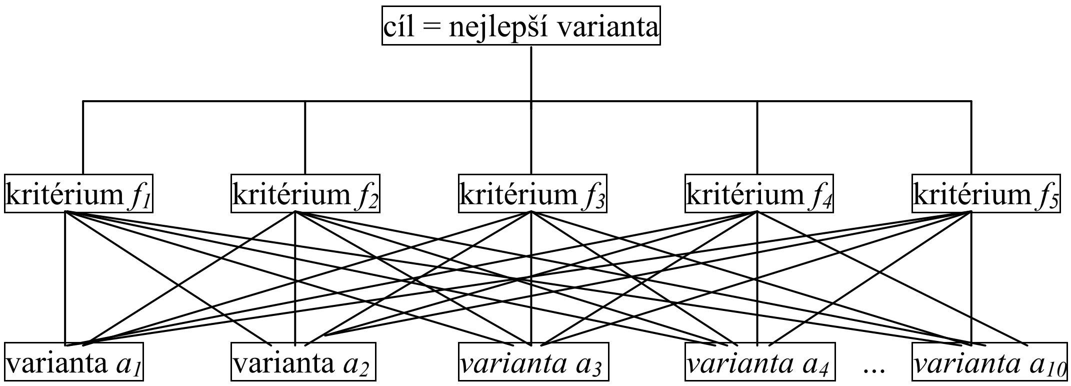
	d_i^+	d_i^-	c_i	Pořadí
a_1	0,2729	0,1593	0,3685	**1.**
a_2	0,3443	0,1880	0,3531	**4,5.**
a_3	0,3344	0,1793	0,3490	**7.**
a_4	0,3443	0,1880	0,3531	**4,5.**
a_5	0,3023	0,1699	0,3600	**2.**
a_6	0,2772	0,1455	0,3442	**8.**
a_7	0,3470	0,1903	0,3542	**3.**
a_8	0,3419	0,1858	0,3521	**6.**
a_9	0,3368	0,1619	0,3247	**9.**
a_{10}	0,3287	0,1502	0,3137	**10.**

Z tabulky 4.12 je patrné, že nejlepší variantou pomocí metody TOPSIS je varianta a_1 - stavební spoření od Wüstenrot - stavební spořitelny, a. s., varianta OK, druhou nejlepší variantou je a_5 - stavební spoření od Raiffeisen stavební spořitelny, a. s., varianta S 041, a naopak nejméně vhodná je varianta a_{10} - stavební spoření od Českomoravské stavební spořitelny, a. s., varianta garant.

4.3.3 Metoda AHP

U této metody se počítá s tříúrovňovou hierarchickou strukturou. Na druhé úrovni se vytvoří Saatyho matice pro porovnání kritérií a zjištění výsledných vah jednotlivých kritérií (viz Tab. 4.7). Na další, tedy třetí, úrovni se postupuje obdobně jako u tvorby vah kritérií Saatyho metodou, avšak pro každé kritérium zvlášť. Hodnoty odpovídají porovnáním variant u daného kritéria podle zadané stupnice a Saatyho matice každého kritéria má podobu dle vzorce (3.8). Jednotlivé prvky matic s_{ij} představují odhady podílů i-té a j-té varianty.

Hierarchická struktura



Dalším krokem je u každé matice stanovení geometrického průměru b_i podle vzorce (3.13) a výsledné hodnoty variant u každé matice (v_i) se vypočítají podle vzorce (3.14), tedy normalizací hodnot b_i.

Tab. 4.13 Saatyho matice pro kritérium f_1 – výše úroku z vkladu v %

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	b_i	v_i
a_1	1	1	1	1	1	5	1	1	3	5	1,5399	**0,1290**
a_2	1	1	1	1	1	5	1	1	3	5	1,5399	**0,1290**
a_3	1	1	1	1	1	5	1	1	3	5	1,5399	**0,1290**
a_4	1	1	1	1	1	5	1	1	3	5	1,5399	**0,1290**
a_5	1	1	1	1	1	5	1	1	3	5	1,5399	**0,1290**
a_6	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1	1/5	1/5	1/3	1	0,2904	**0,0243**
a_7	1	1	1	1	1	5	1	1	3	5	1,5399	**0,1290**
a_8	1	1	1	1	1	5	1	1	3	5	1,5399	**0,1290**
a_9	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/3	1/3	1	3	0,5774	**0,0484**
a_{10}	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1	1/5	1/5	1/3	1	0,2904	**0,0243**
$\sum$	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	11,9378	1

Tab. 4.14 Saatyho matice pro kritérium f_2 – minimální měsíční vklad v %

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	b_i	v_i
a_1	1	5	5	5	3	1/3	5	5	5	5	3,0852	**0,2166**
a_2	1/5	1	1	1	1	1/7	1	1	1	1	0,6279	**0,0441**
a_3	1/5	1	1	1	1	1/7	1	1	1	1	0,6279	**0,0441**
a_4	1/5	1	1	1	1	1/7	1	1	1	1	0,6279	**0,0441**
a_5	1/3	3	3	3	3	1/5	3	3	3	3	1,6458	**0,1155**
a_6	3	7	7	7	7	1	7	7	7	7	5,1189	**0,3593**
a_7	1/5	1	1	1	1	1	1/7	1	1	1	0,6279	**0,0441**
a_8	1/5	1	1	1	1	1	1/7	1	1	1	0,6279	**0,0441**
a_9	1/5	1	1	1	1	1	1/7	1	1	1	0,6279	**0,0441**
a_{10}	1/5	1	1	1	1	1	1/7	1	1	1	0,6279	**0,0441**
$\sum$	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	14,2451	1

Tab. 4.15 Saatyho matice pro kritérium f_3 – poplatek za vedení v Kč/rok

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	b_i	v_i
a_1	1	1	1	1	7	7	3	5	9	9	3,0025	**0,1922**
a_2	1	1	1	1	7	7	3	5	9	9	3,0025	**0,1922**
a_3	1	1	1	1	7	7	3	5	9	9	3,0025	**0,1922**
a_4	1	1	1	1	7	7	3	5	9	9	3,0025	**0,1922**
a_5	1/7	1/7	1/7	1/7	1	1	1/5	1/3	3	3	0,4363	**0,0279**
a_6	1/7	1/7	1/7	1/7	1	1	1/5	1/3	3	3	0,4363	**0,0279**
a_7	1/3	1/3	1/3	1/3	5	5	1	3	7	7	1,4645	**0,0937**
a_8	1/5	1/5	1/5	1/5	3	3	1/3	1	5	5	0,8089	**0,0518**
a_9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/3	1/3	1/7	1/5	1	1	0,2336	**0,0150**
a_{10}	1/9	1/9	1/9	1/9	1/3	1/3	1/7	1/5	1	1	0,2336	**0,0150**
$\sum$	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	14,6230	1

Tab. 4.16 Saatyho matice pro kritérium f_4 – kolik % je nutno naspořit pro získání úvěru ze SS

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	b_i	v_i
a_1	1	7	3	7	3	3	3	3	3	5	3,3511	**0,2630**
a_2	1/7	1	1/5	1	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	0,2808	**0,0220**
a_3	1/3	5	1	5	1	1	1	1	1	3	1,3797	**0,1083**
a_4	1/7	1	1/5	1	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	0,2808	**0,0220**
a_5	1/3	5	1	5	1	1	1	1	1	3	1,3797	**0,1083**
a_6	1/3	5	1	5	1	1	1	1	1	3	1,3797	**0,1083**
a_7	1/3	5	1	5	1	1	1	1	1	3	1,3797	**0,1083**
a_8	1/3	5	1	5	1	1	1	1	1	3	1,3797	**0,1083**
a_9	1/3	5	1	5	1	1	1	1	1	3	1,3797	**0,1083**
a_{10}	1/5	3	1/3	3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	0,5486	**0,0431**
$\sum$	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	13,7397	1

Tab. 4.17 Saatyho matice pro kritérium f_5 – výše úroku z úvěru ze stavebního spoření v %

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	b_i	v_i
a_1	1	1	1	1	5	1/5	7	3	1/3	1/5	1,0342	**0,0683**
a_2	1	1	1	1	5	1/5	7	3	1/3	1/5	1,0342	**0,0683**
a_3	1	1	1	1	5	1/5	7	3	1/3	1/5	1,0342	**0,0683**
a_4	1	1	1	1	5	1/5	7	3	1/3	1/5	1,0342	**0,0683**
a_5	1/5	1/5	1/5	1/5	1	1/8	3	1/3	1/7	1/8	0,2853	**0,0188**
a_6	5	5	5	5	8	1	9	6	3	1/2	3,6370	**0,2403**
a_7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/3	1/9	1	1/5	1/9	1/9	0,1812	**0,0120**
a_8	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/6	5	1	1/5	1/6	0,5026	**0,0332**
a_9	3	3	3	3	7	1/3	9	5	1	1/3	2,2144	**0,1463**
a_{10}	5	5	5	5	8	2	9	6	3	1	4,1778	**0,2760**
$\sum$	x	x	x	x	x	x	x	X	x	x	15,1352	1

Důležité je, aby všechny matice byly plně konzistentní. Konzistentnost se vypočítá pomocí koeficientu konzistence podle vzorce (3.9). Aby byla konzistentnost splněna, musí platit, že $CR \leq 0{,}1$. Všechny tyto matice konzistentnost splňují. Jejich výpočet se nachází v příloze č. 2.

Nakonec se z výsledných hodnot variant všech kritérií vypočítá užitek podle vzorce (3.17). Pro výpočet se použijí váhy, které jsou získány ze Saatyho metody, viz Tab. 4.7. Výsledné pořadí variant se zjistí seřazením $u(a_i)$ sestupně, tedy nejvyšší hodnota odpovídá nejlepší variantě stavebního spoření pro studentku. Toto výsledné pořadí je v Tab. 4.18.

Tab. 4.18 Pořadí variant podle metody AHP

	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	$u(a_i)$	pořadí
a_1	0,1290	0,2166	0,1922	0,2630	0,0683	0,1549	**1.**
a_2	0,1290	0,0441	0,1922	0,0220	0,0683	0,0940	**5,5.**
a_3	0,1290	0,0441	0,1922	0,1083	0,0683	0,0995	**4.**
a_4	0,1290	0,0441	0,1922	0,0220	0,0683	0,0940	**5,5.**
a_5	0,1290	0,1155	0,0279	0,1083	0,0188	0,1065	**3.**
a_6	0,0243	0,3593	0,0279	0,1083	0,2403	0,1462	**2.**
a_7	0,1290	0,0441	0,0937	0,1083	0,0120	0,0890	**8.**
a_8	0,1290	0,0441	0,0518	0,1083	0,0332	0,0903	**7.**
a_9	0,0484	0,0441	0,0150	0,1083	0,1463	0,0626	**10.**
a_{10}	0,0243	0,0441	0,0150	0,0431	0,2760	0,0630	**9.**
váhy	0,5100	0,2638	0,0329	0,0636	0,1296		

Z tabulky 4.18 je patrné, že nejlepší variantou pomocí metody AHP je varianta a_1 - stavební spoření od Wüstenrot - stavební spořitelny, a. s., varianta OK, druhou nejlepší variantou je a_6 - stavební spoření od Raiffeisen stavební spořitelny, a. s., varianta S 061, a naopak nejméně vhodná je varianta a_9 - stavební spoření od Českomoravské stavební spořitelny, a. s., varianta variant.

4.4 Výsledné pořadí variant dle všech metod

Pro zjištění konečného pořadí jednotlivých variant je zapotřebí vypočítat metodu váženého součtu (WSA). Při výpočtu jsou použity výsledné hodnoty jednotlivých metod. Váhy jsou vypočítány Saatyho metodou.

Nejprve je vytvořena kriteriální matici $\boldsymbol{Y}$ podle vzorce (3.1). Prvky základní kriteriální matice tvoří výsledné hodnoty pořadí variant dle výše uvedených tří metod (WSA, TOPSIS, AHP). Varianty jsou značeny a_n a kritéria představují jednotlivé metody, tedy metoda WSA – f_1 , metoda TOPSIS – f_2 a metoda AHP – f_3.

Kriteriální matice

$$\boldsymbol{Y} = \begin{array}{c} \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \\ a_6 \\ a_7 \\ a_8 \\ a_9 \\ a_{10} \end{array} \begin{pmatrix} f_1 & f_2 & f_3 \\ 0{,}8453 & 0{,}3685 & 0{,}1549 \\ 0{,}5619 & 0{,}3531 & 0{,}0940 \\ 0{,}5937 & 0{,}3490 & 0{,}0995 \\ 0{,}5619 & 0{,}3531 & 0{,}0940 \\ 0{,}7276 & 0{,}3600 & 0{,}1065 \\ 0{,}3941 & 0{,}3442 & 0{,}1462 \\ 0{,}5528 & 0{,}3542 & 0{,}0890 \\ 0{,}5649 & 0{,}3521 & 0{,}0903 \\ 0{,}3311 & 0{,}3247 & 0{,}0626 \\ 0{,}1455 & 0{,}3137 & 0{,}0630 \end{pmatrix}$$

Z takto vytvořené kriteriální matice je vybrána ideální a bazální varianta. Jelikož má matice maximalizační charakter, ideální varianta (H_j) bude ta s největší hodnotou a naopak bazální varianta (D_j) představuje nejmenší hodnotu daného kritéria.

Tab. 4.19 Ideální a bazální varianta daného kritéria

varianty	kritéria		
	f_1	f_2	f_3
H_j	0,8453	0,3685	0,1549
D_j	0,1455	0,3137	0,0626

Následně je vytvořena z kriteriální matice $\boldsymbol{Y}$ normalizovaná kriteriální matici $\boldsymbol{R}$, a to podle vzorce (3.16). Tím vznikne matice, jejíž prvky $r_{ij} \in \langle 0;1 \rangle$, tudíž ideální varianta nabývá hodnoty jedna a bazální varianta má hodnotu nula.

Normalizovaná kriteriální matice

$$
\boldsymbol{R} = \begin{array}{c} \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \\ a_6 \\ a_7 \\ a_8 \\ a_9 \\ a_{10} \end{array}
\begin{pmatrix}
f_1 & f_2 & f_3 \\
1 & 1 & 1 \\
0{,}5950 & 0{,}7190 & 0{,}3402 \\
0{,}6405 & 0{,}6442 & 0{,}3998 \\
0{,}5950 & 0{,}7190 & 0{,}3402 \\
0{,}8318 & 0{,}8449 & 0{,}4756 \\
0{,}3552 & 0{,}5566 & 0{,}9057 \\
0{,}5820 & 0{,}7391 & 0{,}2860 \\
0{,}5993 & 0{,}7007 & 0{,}3001 \\
0{,}2652 & 0{,}2007 & 0 \\
0 & 0 & 0{,}0043
\end{pmatrix}
$$

Také je zapotřebí vypočítat váhy jednotlivých kritérií. Váhy jsou vypočítány pomocí metody Saatyho, přičemž Saatyho matice je vytvořena dle vzorce (3.8) a poté pomocí vzorce (3.13) je vypočítán geometrický průměr b_i a podle vzorce (3.14) váhy kritérií c_i.

Tab. 4.20 Váhy kritérií podle Saatyho metody

	f_1	f_2	f_3	b_i	v_i
f_1	1	1/3	1/5	0,4055	**0,1047**
f_2	3	1	1/3	1	**0,2583**
f_3	5	3	1	2,4662	**0,6370**
$\sum$	x	x	X	3,8717	**1**

Samozřejmostí je, že musí platit konzistentnost matice. Tu tato matice splňuje, neboť koeficient konzistence je ve výši 0,0332 (viz příloha č. 3).

Z vytvořené normalizované kriteriální matice a vah se vypočte podle vzorce (3.17) agregovaný užitek $u(a_i)$. Výsledné pořadí je závislé na vypočteném užitku, kdy užitek s nejvyšší hodnotou patří nejlepší, tedy nejideálnější variantě hledané pro studentku. Celkové pořadí variant se nachází v Tab. 4.21.

Tab. 4.21 Konečné pořadí variant stavebního spoření

	$u(a_i)$	pořadí
a_1	1,0000	**1.**
a_2	0,4647	**5,5.**
a_3	0,4881	**4.**
a_4	0,4647	**5,5.**
a_5	0,6083	**3.**
a_6	0,7579	**2.**
a_7	0,4340	**8.**
a_8	0,4349	**7.**
a_9	0,0796	**9.**
a_{10}	0,0028	**10.**

Z konečné tabulky je patrné, že pro studentku je nejlepší variantou stavební spoření od Wüstenrot - stavební spořitelny, a. s., varianta OK, druhou nejlepší variantou je stavební spoření od Raiffeisen stavební spořitelny, a. s., varianta S 061, a nejméně vhodnou variantou je stavební spoření od Českomoravské stavební spořitelny, a. s., varianta garant.

5 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce byl výběr optimálního produktu stavebního spoření pro 21 letou studentku. Bakalářská práce byla rozdělena do pěti kapitol, přičemž úvod a závěr patří do první, respektive poslední kapitoly.

V druhé kapitole je popsána historie stavebního spoření a samozřejmě také vznik a vývoj stavebního spoření na území České republiky. Bylo zde také uvedeno, že Česká republika přijala v roce 1993 zákon č. 96/1993 Sb. o stavebním spoření a státní podpoře stavebního spoření. Důležitým bodem je i charakteristika stavebních spořitelen, jež spadají pod Asociaci stavebních spořitelen. Na našem území se nachází celkem 5 stavebních spořitelen – Českomoravská stavební spořitelna, a. s., Stavební spořitelna České spořitelny, a. s., Modrá pyramida stavební spořitelna, a. s., Raiffeisen stavební spořitelna, a. s., a Wüstenrot – stavební spořitelna, a. s. Následující část této kapitoly je věnována samotné charakteristice stavebního spoření, kde jsou probírány i jednotlivé fáze stavebního spoření. Jde o tyto fáze: fáze spoření ukončená přidělením cílové částky a fáze úvěrová, kterou tvoří úvěr ze stavebního spoření, případně překlenovací úvěr. Ten se poskytuje, pokud klient nesplní požadované podmínky pro přidělení úvěru ze stavebního spoření.

Ve třetí kapitole byly popsány jednotlivé metody vícekriteriálního rozhodování. První část byla věnována klasifikaci úloh vícekriteriálního rozhodování, kde byly vysvětleny základní typy úloh. Jednalo se o rozdělení úloh do jednotlivých skupin podle způsobu zadání množiny variant, které připadají v úvahu pro optimální rozhodnutí, dále podle informací o rozhodovacích variantách a cílech sledovaných uživatelem, a také podle požadovaného cíle. Druhá část této kapitoly se zabývala základními pojmy, jako jsou například: rozhodovatel, cíl, varianty se speciálními vlastnostmi, atd. V další části byly vysvětleny pojmy kritéria a kriteriální matice. Bylo zde zmíněno také o tzv. normalizaci kriteriálních matic a vysvětleno několik způsobů výpočtů. Předposlední část se zabývala tvorbou metod stanovení vah kritérií. Tyto metody se dělí do tří skupin - stanovení vah kritérií bez informace o preferenci kritérií, stanovení vah kritérií z ordinální informace o preferencích kritérií a stanovení vah kritérií z kardinální informace o preferencích kritérií. Podrobně byla vysvětlena i tvorba metody pořadí, metody párového porovnání (tzv. Fullerova metoda), metody bodovací a metody kvantitativního párového porovnání (tzv. Saatyho metoda). Poslední část se věnovala charakteristice a tvorbě metod pro stanovení konečného pořadí variant. Tyto metody se člení na čtyři skupiny dle toho, jakou informaci o preferenci mezi kritérii ke své práci potřebují. Podrobně byl také vysvětlen způsob tvorby metody váženého součtu, tzv. metoda WSA, která patří mezi metody, které vyžadují kardinální informaci o preferencích kritérií. Dále byl vysvětlen způsob tvorby metody TOPSIS, která také patří mezi metody, které vyžadují kardinální informaci o preferencích kritérií. Třetí metoda, která byla probrána, je metoda AHP. Tato metoda taktéž patří mezi metody, které vyžadují kardinální informaci o preferencích kritérií a jedná se o nejrozsáhlejší metodu, neboť je zapotřebí si vytvořit hierarchickou strukturu úlohy, ve které je následně párově porovnáváno ohodnocení variant dle jednotlivých kritérií.

Ve čtvrté kapitole byly pomocí modelového příkladu vypočítány všechny doposud vysvětlené způsoby tvorby metod stanovení vah kritérií a také tvorby metod stanovení pořadí variant. Subjektem v našem modelovém příkladu se stala studentka ve věku jednadvaceti let, která si chce uzavřít stavební spoření s cílovou částkou 200.000 Kč. Zvolila si pět kritérií, mezi něž patří výše úroku z vkladu v %, výše minimálního měsíčního vkladu v %, výše poplatku za vedení stavebního spoření v Kč/rok, minimální procentní výše naspořené částky z celkové cílové částky, která je nutná k získání úvěru ze stavebního spoření a posledním kritériem je výše úroku z úvěru ze stavebního spoření v %. Studentka se rozhodovala mezi deseti variantami, přičemž první čtyři varianty patří Wüstenrot – stavební spořitelně, a. s., další dvě varianty patří Raiffeisen stavební spořitelně, a. s., jedna varianta je od Modré pyramidy stavební spořitelny, a. s., jedna varianta od Stavební spořitelny České spořitelny, a. s. Poslední dvě varianty patří Českomoravské stavební spořitelně, a. s. Pro konečné pořadí se používají výsledné hodnoty variant výše zmíněných metod, které představují hodnoty variant a kritérií jsou použité metody. Váhy těchto kritérií se počítají Saatyho metodou. Tento postup výpočtu konečného pořadí variant se nazývá metoda WSA.

Výsledkem práce je tedy zjištění, že dle zadaných kritérií je studentce doporučen produkt stavebního spoření od Wüstenrot - stavební spořitelny, a. s., ve variantě optimálně kreditní. Druhým nejlepším produktem je stavební spoření od Raiffeisen stavební spořitelny, a. s., ve variantě S 061 (úvěrová varianta). Nejméně vhodným produktem pro studentku je stavební spoření od Českomoravské stavební spořitelny, a. s., ve variantě garant. Druhým nejhorším produktem je opět stavební spoření od Českomoravské stavební spořitelny, a. s., ve variantě variant.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Odborná literatura (monografie, vysokoškolská učebnice, apod.)

[1] LUKÁŠ, Vojtěch a Petr KIELAR. *Stavební spoření a stavební spořitelny.* 1. vyd. Praha: Ekopress, 2007. 84 s. ISBN 978-80-86929-30-9.

[2] DOUCHA, Rudolf. *Stavební spoření: výhody a rizika.* 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1995. 96 s. ISBN 80-7169-182-8.

[3] PRČÍK, Tomáš. *Stavební spoření v kostce.* 1. vyd. Brno: Era Group, 2002. 124 s. ISBN 80-86517-29-2.

[4] BREALEY, Richard a Steward C. MAYERS. *Principles of corporate finance.* 7th ed. New York: McGraw-Hill, 2003. 1120 s. ISBN 978-0071151450.

[5] FIALA, Petr, Josef. JABLONSKÝ a Miroslav MAŇAS. *Vícekriteriální rozhodování.* 2. vyd. Praha: VŠE, 1997. 316 s. ISBN 80-7079-748-7.

[6] RAMÍK, Jaroslav. *Vícekriteriální rozhodování – analytický hierarchický proces (AHP).* 1. vyd. Karviná: Slezská univerzita v Opavě, 1999. 211 s. ISBN 80-7248-047-2.

[7] BROŽOVÁ, Helena, Milan HOUŠKA, Tomáš ŠUBRT. *Modely pro vícekriteriální rozhodování.* 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2003. 178 s. ISBN 80-213-1019-7.

[8] SYROVÝ, Petr. *Financování vlastního bydlení*. 5. vyd. Praha: Grada Publishing, 2009. 143 s. ISBN 978-80-247-2388.

Článek ve sborníku z konference

[9] ZMEŠKAL, Zdeněk. Vícekriteriální hodnocení variant a analýza citlivosti při výběru produktů finančních institucí. In: *Sborník příspěvků ze 7. mezinárodní vědecké konference: Finanční řízení podniků a finančních institucí.* Ostrava: VŠB-TU Ostrava, Ekonomická fakulta, katedra financí, 2009, s. 485-490. ISBN 978-80-248-2059-0.

[10] ZMEŠKAL, Zdeněk. Aplikace dekompozičních vícekriteriálních metod AHP a ANP ve finančním rozhodování. In: *Sborník příspěvků z 6. ročníku mezinárodní vědecké konference: Řízení a modelování finančních rizik.* Ostrava: VŠB-TU Ostrava, Ekonomická fakulta, katedra financí, 2012, s. 689-699. ISBN 978-80-248-2835-0.

Elektronické dokumenty a ostatní

[11] Stavební spoření a srovnání: *Stavební spoření v roce 2012* [online]. [cit. 2013-01-20]. Dostupné z: http://stavebnisporenisrovnani.com/stavebni-sporeni-v-roce-2012

[12] Stavební spoření a srovnání: *Stavební spoření v roce 2010* [online]. [cit. 2013-01-20]. Dostupné z: http://stavebnisporenisrovnani.com/stavebni-sporeni-v-roce-2012

[13] Vícekriteriální rozhodování za jistoty. [online]. [cit. 2013-01-10]. Dostupné z: http:// www2.ef.jcu.cz/~jfrieb/tspp/data/teorie/Vicekritko.pdf

[14] Vícekriteriální analýza variant. [online]. [cit. 2013-01-10]. Dostupné z: http://pef.czu.cz/ ~houska/Usti/Materialy/VAV_Usti.ppt

[15] Vícekriteriální rozhodování. [online]. [cit. 2013-02-22]. Dostupné z: http://etext.czu.cz/ php/skripta/skriptum.php?titul_key=79

[16] Kriteriální matice a hodnocení variant. [online]. [cit. 2013-02-23]. Dostupné z: http:// jana.kalcev.cz/vyuka/kestazeni/EKO422-KriterialniMatice.pdf

[17] MFČR: *Základní ukazatele vývoje stavebního spoření v České republice – ke dni 31. 12. 2012.* [online]. [cit. 2013-02-09]. Dostupné z: http://www.mfcr.cz/cps/rde/xchg/mfcr/xsl/ ft_ukazatele_vyvoje_st_sporeni_77006.html

[18] AČSS [online]. [cit. 2013-02-12]. Dostupné z: http://www.acss.cz/cz/

[19] ČMSS [online]. [cit. 2013-02-05]. Dostupné z: https://www.cmss.cz/#!/

[20] Buřinka [online]. [cit. 2013-02-05]. Dostupné z: http://www.burinka.cz/

[21] Modrá pyramida [online]. [cit. 2013-02-05]. Dostupné z: http://www.modrapyramida.cz/

[22] Raiffeisen stavební spořitelna [online]. [cit. 2013-02-05]. Dostupné z: http://www.rsts.cz/

[23] Wüstenrot [online]. [cit. 2013-02-05]. Dostupné z: http://www.wuestenrot.cz/

[24] Zákon č. 96/1993 Sb., o stavebním spoření a státní podpoře stavebního spoření a o doplnění zákona České národní rady č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů, ve znění zákona České národní rady č. 35/1993 Sb [online]. [cit. 2013-02-10]. Dostupné z: http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=40846&fulltext=&nr=96~2F1993&part=&name=&rpp=15#local-content

SEZNAM ZKRATEK

AČSS .... asociace českých stavebních spořitelen

AHP ……………. Analytický hierarchický proces

apod. …………… a podobně

a. s. …………….. akciová společnost

atd. …………….. a tak dále

č. ……………….. číslo

ČMSS ………….. Českomoravská stavební spořitelna, a. s.

ČSOB ………….. Československá obchodní banka, a. s.

GEOMEAN …… geometrický průměr výše uvedené množiny dat

HDP ……………. hrubý domácí produkt

ks ……………….. kus

max. …………….. maximum

MFČR .... Ministerstvo financí České republiky

mld. ……………... miliarda

např. …………….. například

obr. ……………… obrázek

odst. …………….. odstavec

PATTERN ……… Planning Assistance Through Technical Evaluation of Relevance Number

PRIAM …………. Programme utilisant Intelligence Artificiele en Multicritere

PROMTHEE …… Preference Ranking Organisation METHod for Enrichment Evaluations

sb. ………………. sbírka

SS ………………. stavební spoření

tab. ……………… tabulka

tj. ……………….. to jest

TOPSIS ………… Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

tzv. ……………… tak zvané

WSA ……………. Weighted Sum Approach

Prohlášení o využití výsledků bakalářské práce

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, bakalářskou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 10. 5. 2013

Šárka Smolanová

Šárka Smolanová

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1

Postup výpočtu konzistence matice pro stanovení vah v Saatyho metodě pomocí koeficientu konzistence.

Saatyho matice pro stanovení vah

	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	b_i	v_i	$Q\ x\ v_i$	$(Q\ x\ v_i)\ /v_i$
f_1	1	3	9	7	5	3,9363	**0,5100**	2,9611	5,2763
f_2	1/3	1	7	5	3	2,0362	**0,2638**	1,3712	5,1971
f_3	1/9	1/7	1	1/3	1/5	0,2540	**0,0329**	0,1744	5,2982
f_4	1/7	1/5	3	1	1/3	0,4911	**0,0636**	0,3312	5,2048
f_5	1/5	1/3	5	3	1	1	**0,1296**	0,6750	5,2096
						7,7176	**1**	λ_{max} =	5,2372
						RI =	1,1200	CI =	0,0593
						N =	5,0000	CR =	**0,0529**

Příloha č. 2

Postup výpočtu konzistencí matic pro jednotlivá kritéria u metody AHP pomocí koeficientu konzistence.

Saatyho matice pro kritérium f_1 – výše úroku z vkladu v %

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	b_i	v_i	$Q\ x\ v_i$	$(Q\ x\ v_i)\ /v_i$
a_1	1	1	1	1	1	5	1	1	3	5	1,5399	**0,1290**	1,2913	10,0106
a_2	1	1	1	1	1	5	1	1	3	5	1,5399	**0,1290**	1,2913	10,0106
a_3	1	1	1	1	1	5	1	1	3	5	1,5399	**0,1290**	1,2913	10,0106
a_4	1	1	1	1	1	5	1	1	3	5	1,5399	**0,1290**	1,2913	10,0106
a_5	1	1	1	1	1	5	1	1	3	5	1,5399	**0,1290**	1,2913	10,0106
a_6	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1	1/5	1/5	1/3	1	0,2904	**0,0243**	0,2454	10,0865
a_7	1	1	1	1	1	5	1	1	3	5	1,5399	**0,1290**	1,2913	10,0106
a_8	1	1	1	1	1	5	1	1	3	5	1,5399	**0,1290**	1,2913	10,0106
a_9	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/3	1/3	1	3	0,5774	**0,0484**	0,4953	10,2416
a_{10}	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1	1/5	1/5	1/3	1	0,2904	**0,0243**	0,2454	10,0865
											11,9378	**1**	λ_{max} =	10,0489
											RI =	1,4900	CI =	0,0054
											N =	10,0000	CR =	**0,0036**

Saatyho matice pro kritérium f_2 – minimální měsíční vklad v %

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	b_i	v_i	$Q \times v_i$	$(Q \times v_i)/v_i$
a_1	1	5	5	5	3	1/3	5	5	5	5	3,0852	**0,2166**	2,2257	10,2765
a_2	1/5	1	1	1	1	1/7	1	1	1	1	0,6279	**0,0441**	0,4417	10,0211
a_3	1/5	1	1	1	1	1/7	1	1	1	1	0,6279	**0,0441**	0,4417	10,0211
a_4	1/5	1	1	1	1	1/7	1	1	1	1	0,6279	**0,0441**	0,4417	10,0211
a_5	1/3	3	3	3	3	1/5	3	3	3	3	1,6458	**0,1155**	1,1852	10,2586
a_6	3	7	7	7	7	1	7	7	7	7	5,1189	**0,3593**	3,7465	10,4260
a_7	1/5	1	1	1	1	1	1/7	1	1	1	0,6279	**0,0441**	0,4417	10,0211
a_8	1/5	1	1	1	1	1	1/7	1	1	1	0,6279	**0,0441**	0,4417	10,0211
a_9	1/5	1	1	1	1	1	1/7	1	1	1	0,6279	**0,0441**	0,4417	10,0211
a_{10}	1/5	1	1	1	1	1	1/7	1	1	1	0,6279	**0,0441**	0,4417	10,0211

14,2451	**1**	$\lambda_{\max} =$	10,1109
RI =	1,4900	CI =	0,0123
N =	10,0000	CR =	**0,0083**

Saatyho matice pro kritérium f_3 – poplatek za vedení v Kč/rok

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	b_i	v_i	$Q \times v_i$	$(Q \times v_i)/v_i$
a_1	1	1	1	1	7	7	3	5	9	9	3,0025	**0,1922**	1,9689	10,2452
a_2	1	1	1	1	7	7	3	5	9	9	3,0025	**0,1922**	1,9689	10,2452
a_3	1	1	1	1	7	7	3	5	9	9	3,0025	**0,1922**	1,9689	10,2452
a_4	1	1	1	1	7	7	3	5	9	9	3,0025	**0,1922**	1,9689	10,2452
a_5	1/7	1/7	1/7	1/7	1	1	1/5	1/3	3	3	0,4363	**0,0279**	0,2914	10,4344
a_6	1/7	1/7	1/7	1/7	1	1	1/5	1/3	3	3	0,4363	**0,0279**	0,2914	10,4344
a_7	1/3	1/3	1/3	1/3	5	5	1	3	7	7	1,4645	**0,0937**	0,9939	10,6031
a_8	1/5	1/5	1/5	1/5	3	3	1/3	1	5	5	0,8089	**0,0518**	0,5538	10,6964
a_9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/3	1/3	1/7	1/5	1	1	0,2336	**0,0150**	0,1577	10,5458
a_{10}	1/9	1/9	1/9	1/9	1/3	1/3	1/7	1/5	1	1	0,2336	**0,0150**	0,1577	10,5458
											14,6230	**1**	$\lambda_{\max}$ =	10,4241
											RI =	1,4900	CI =	0,0471
											N =	10,0000	CR =	**0,0316**

Saatyho matice pro kritérium f_4 – kolik % je nutno naspořit pro získání úvěru ze SS

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	b_i	v_i	$Q \times v_i$	$(Q \times v_i)/v_i$
a_1	1	7	3	7	3	3	3	3	3	5	3,3511	**0,2630**	2,7364	10,4026
a_2	1/7	1	1/5	1	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	0,2808	**0,0220**	0,2260	10,2524
a_3	1/3	5	1	5	1	1	1	1	1	3	1,3797	**0,1083**	1,0871	10,0376
a_4	1/7	1	1/5	1	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	0,2808	**0,0220**	0,2260	10,2524
a_5	1/3	5	1	5	1	1	1	1	1	3	1,3797	**0,1083**	1,0871	10,0376
a_6	1/3	5	1	5	1	1	1	1	1	3	1,3797	**0,1083**	1,0871	10,0376
a_7	1/3	5	1	5	1	1	1	1	1	3	1,3797	**0,1083**	1,0871	10,0376
a_8	1/3	5	1	5	1	1	1	1	1	3	1,3797	**0,1083**	1,0871	10,0376
a_9	1/3	5	1	5	1	1	1	1	1	3	1,3797	**0,1083**	1,0871	10,0376
a_{10}	1/5	3	1/3	3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	0,5486	**0,0431**	0,4445	10,3228
											13,7397	**1**	λ_{max} =	10,1456
											RI =	1,4900	CI =	0,0162
											N =	10,0000	CR =	**0,0109**

Saatyho matice pro kritérium f_5 – výše úroku z úvěru ze stavebního spoření v %

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	b_i	v_i	$Q \times v_i$	$(Q \times v_i)/v_i$
a_1	1	1	1	1	5	1/5	7	3	1/3	1/5	1,0342	**0,0683**	0,7030	10,2884
a_2	1	1	1	1	5	1/5	7	3	1/3	1/5	1,0342	**0,0683**	0,7030	10,2884
a_3	1	1	1	1	5	1/5	7	3	1/3	1/5	1,0342	**0,0683**	0,7030	10,2884
a_4	1	1	1	1	5	1/5	7	3	1/3	1/5	1,0342	**0,0683**	0,7030	10,2884
a_5	1/5	1/5	1/5	1/5	1	1/8	3	1/3	1/7	1/8	0,2853	**0,0188**	0,2059	10,9254
a_6	5	5	5	5	8	1	9	6	3	1/2	3,6370	**0,2403**	2,6417	10,9931
a_7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/3	1/9	1	1/5	1/9	1/9	0,1812	**0,0120**	0,1376	10,4929
a_8	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/6	5	1	1/5	1/6	0,5026	**0,0332**	0,3560	10,7212
a_9	3	3	3	3	7	1/3	9	5	1	1/3	2,2144	**0,1463**	1,5441	10,5539
a_{10}	5	5	5	5	8	2	9	6	3	1	4,1778	**0,2760**	3,0200	10,9406
											15,1352	**1**	λ_{max} =	10,6781
											RI =	1,4900	CI =	0,0753
											N =	10,0000	CR =	**0,0506**

Příloha č. 3

Postup výpočtu konzistence matice pro stanovení vah pomocí Saatyho metody u výsledného pořadí variant dle všech metod.

Váhy kritérií podle Saatyho metody

	f_1	f_2	f_3	b_i	v_i	Q x v_i	$(Q$ x $v_i)$ $/v_i$
f_1	1	1/3	1/5	0,4055	**0,1047**	0,3182	3,0385
f_2	3	1	1/3	1	**0,2583**	0,7848	3,0385
f_3	5	3	1	2,4662	**0,6370**	0,9355	3,0385
				3,8717	**1**	λ_{max} =	3,0385
				RI =	0,5800	CI =	0,0193
				N =	3,0000	CR =	**0,0332**